

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КОРПУС РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ »

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 195

Екатеринбург 2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения  
в машиностроении и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ИММ  
\_\_\_\_\_ Б. Н. Гузанов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«КОРПУС РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ »

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям)  
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 195

Исполнитель:  
студент группы ТО-401п

И.А. Иванов

Руководитель:  
Доцент, к.п.н.

Т.Б. Соколова

Екатеринбург 2019

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 153 листа печатного текста, 33 иллюстраций, 43 таблицы, 30 использованных источников, 5 приложений на 33 листах, графическую часть на 7 листах и 1 компакт-диск.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, СТАНОК С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАМНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ, РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЯ.

В данной работе был усовершенствован заводской технологический процесс механической обработки детали «Корпус распределителя».

Был выполнен анализ заводского технологического процесса, произведен выбор современного оборудования, совершен расчет режимов резания и технических норм времени на обработку детали, разработана управляющая программа для станка с ЧПУ.

В экономической части проекта был выполнен расчет затрат и рассчитана экономическая эффективность проектируемого технологического процесса.

В методической части проекта был разработан рабочий учебный план с учетом всех требований профессионального стандарта и была разработана методика проведения занятия для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор – наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» 4-го разряда.

					ДП 44.03.04.195.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата				
Разраб.		Иванов И.А.			Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус распределителя» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Соколова Т.Б.					2	156
Н. контр		Суриков В.П.				ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, КАФ. ИММ, ГРУППА ТО-401п		
Зав. каф.		Гузанов Б.Н.						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ .....	6
1.1. Анализ исходных данных.....	6
1.2. Анализ рабочего чертежа детали «Корпус распределителя» .....	8
1.3. Анализ технологичности конструкции детали .....	13
1.3.1. Качественный анализ технологичности .....	14
1.3.2. Количественный анализ технологичности .....	15
1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Корпус распределителя» .....	16
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1. Определение типа производства.....	17
2.2. Выбор заготовки.....	20
2.3. Выбор технологических баз.....	27
2.4. Разработка технологических операций механической обработки детали «Корпус распределителя» .....	31
2.5. Выбор технологического оснащения .....	33
2.6. Выбор режущего и мерительного инструмента.....	37
2.7. Расчет припусков на механическую обработку .....	50
2.8. Выбор режимов резания .....	57
2.9. Расчет технических норм времени .....	61
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	65
3.1. Система управления SIEMENS SINUMERIK 840D sl.....	65
3.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ .....	66
3.3. Фрагмент управляющей программы .....	68

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	70
4.1. Определение количества технологического оборудования.....	70
4.2. Определение капитальных вложений в оборудование .....	73
4.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	74
4.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса .....	90
4.5. Анализ уровня технологии производства.....	91
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	95
5.1. Вводная часть .....	95
5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» .....	97
5.4. Анализ учебного плана.....	105
5.5. Разработка перспективно-тематического плана по теме «Управление параметрами фрезерного станка».....	110
5.6. Разработка содержания плана проведения учебного занятия по теме «Типы и геометрические параметры инструмента».....	113
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	116
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	117
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Конспект учебного занятия по теме « Типы и геометрические параметры инструмента».....	121
ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Управляющая программа .....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации.....	133

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является ведущей отраслью народного хозяйства, определяющая будущее состояние и развитие научно-технического процесса в других отраслях.

Целью выпускной квалификационной работы является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус распределителя». В усовершенствованном технологическом процессе применяются станки с числовым программным управлением и высокопроизводительный инструмент.

Постановка цели определила ряд задач:

- 1) Анализ исходных данных: служебного назначения, технических характеристик, технологичности конструкции детали «Корпус распределителя»;
- 2) Сравнение вариантов метода получения заготовки;
- 3) Решение вопросов базирования;
- 4) Выбор оборудования и режущего инструмента;
- 5) Разработка технологического маршрута обработки детали;
- 6) Расчет экономических показателей базового и проектируемого технологического процесса, их сравнение;
- 7) Разработка методической части по повышению квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

## 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ

### 1.1. Анализ исходных данных

Деталь корпус распределителя это часть топливного механизма. Она является частью топливного трубопровода, а именно частью клапана отключения подачи топлива, который установлен на дизельном двигателе 8ДМ-21С. К данной детали предъявлены требования по прочности и термоустойчивости. Вид и геометрические особенности детали показаны на рисунке 1.

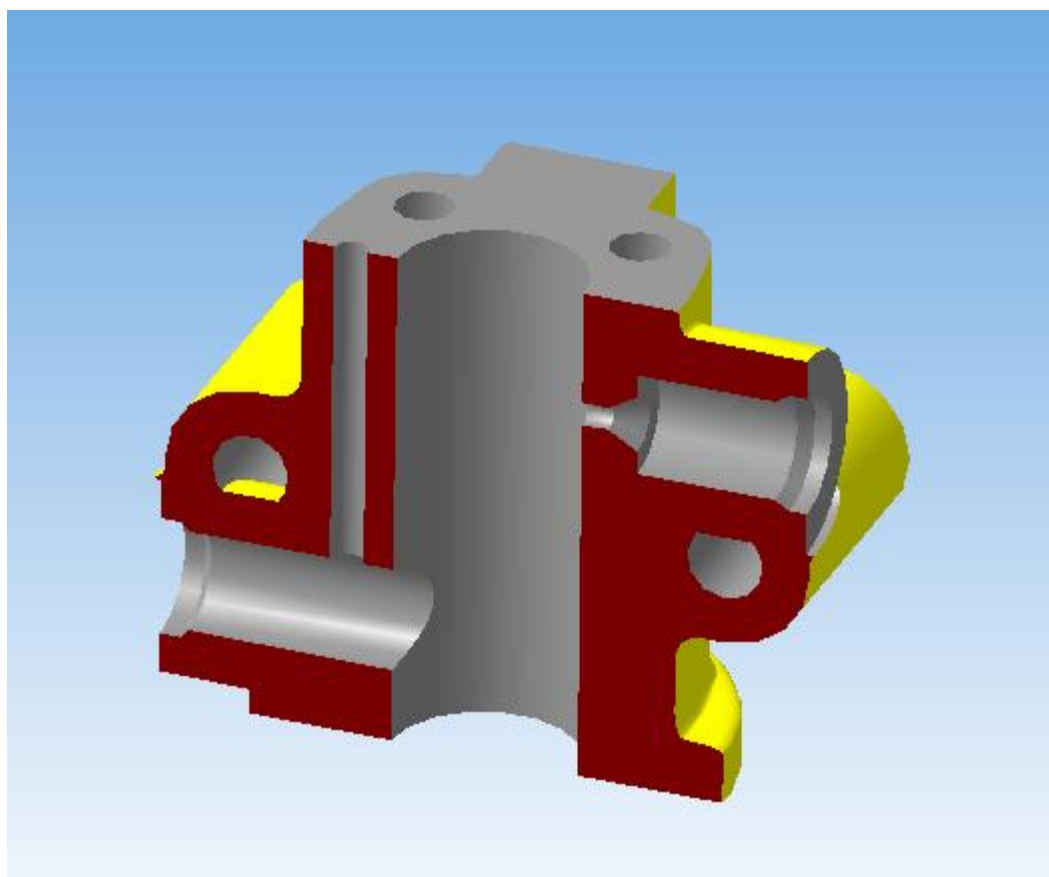


Рисунок 1 – Деталь «Корпус распределителя»

Масса детали – 0,4 кг.

Годовая программа выпуска – N=8000 шт.

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Деталь изготовлена из алюминиевого сплава АЛ-9 ГОСТ 1583-93 [15]. Это алюминиевый литейный сплав, который используется для изготовления деталей, имеющих сложную конфигурацию и впоследствии испытывающих на себе статическую нагрузку. Применение АЛ9 обусловлено требованиями к повышенной герметичности изделия, его отличной свариваемости и повышенной коррозионной стойкости. Практика показывает, что данный сплав пригоден для литья под давлением и в землю. Единственным ограничением можно считать температурные условия эксплуатации деталей из данной марки алюминия: они могут работать при температуре до 200°С.

В таблице 1 приведён химический состав сплава АЛ-9, а в таблице 2 приведены механические свойства сплава АЛ-9 [1].

Из сплава АЛ9 изготавливают так же корпуса помп, детали самолётов, корпуса карбюраторов, картера двигателей, редуктора, поршня, головки цилиндров и др. Заменитель данного сплава АЛ2, АЛ9-1, АЛ4, АЛ34, АЛ32.

Таблица 1 – Химический состав сплава АЛ-9 (ГОСТ 1583-93)

Al	Si	Fe	Mn	Mg	Zn	Cu	Be	Pb	Sn
89.6-93.8%	6-8%	до 1,5%	до 0,5%	0,2-0,4%	до 0,3%	до 0,2%	до 0,1%	до 0,05%	до 0,01%

Таблица 2 – Механические свойства сплава АЛ-9 (ГОСТ 1583-93)

Получение	Размер	Напр.	$\sigma_n$ (МПа)	$\sigma_T$ (МПа)	$\delta_5$ (%)	$\psi$ (%)	KCU (кДж/м <sup>2</sup> )
Литьё в песчаную форму			170	120	2		
Литьё в кокиль			230	140	4		



## 1.2. Анализ рабочего чертежа детали «Корпус распределителя»

Технические требования, предъявляемые к данной детали, полностью соответствуют требованиям, которые предъявляются к деталям типа корпус. В таблице 3 приведен анализ детали «Корпус распределителя». На рисунках 2, 3, 4 обозначены поверхности которые подвергаются механической обработке. На основе анализа данных технических требований были сформулированы технологические задачи:

### 1. Обеспечить точность размеров:

- основных отверстий по 6-му и 7-му качеству:

$\varnothing 22H7^{(+0,021)}$  осью является база Г;

3 отверстия М14х1,5-6Н-база В;

- остальных отверстий: 2 отверстия  $\varnothing 9^{+0,36}$ , 4 отверстия  $\varnothing 7^{+0,36}$ ,  $\varnothing 4^{+0,3}$ ,  $\varnothing 3^{+0,25}$ ,  $\varnothing 5^{+0,3}$


- остальных размеров:

Угловых:  $45^\circ \pm 2^\circ$ ,  $60^\circ \pm 2^\circ$ ,  $45^\circ \pm 2^\circ$

Линейных:  $60d9\left(\begin{smallmatrix} -0,100 \\ -0,174 \end{smallmatrix}\right)$ ; остальных по  $\pm \frac{t_2}{2}$  качеству.

### 2. Обеспечить точность расположения поверхностей:

- Отклонения от перпендикулярности: поверхность  $\varnothing 56 \pm 0,37$  и поверхность  $44 \pm 0,31$ 

	0,1	Г
---	-----	---


 относительно базы Г; 3 отверстия М14х1,5-

6Н 

	0,1	В
---	-----	---

 относительно базы В;

- Отклонения от цилиндричности:  $\varnothing 22H7^{(+0,021)}$ 

	0,01	Г
---	------	---

 - база Г;

### 3. Обеспечить качество поверхностей:

- шероховатость основных поверхностей:

$\sqrt{Ra} 2,5$  -  $\varnothing 22H7^{(+0,021)}$ ;

$\sqrt{Ra} 3,2$  -  $\varnothing 25_{-0,52}$ ,  $\varnothing 56 \pm 0,37$ ,  $44 \pm 0,31$ ;

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

$\sqrt{Ra} \ 6,3 - 76 \pm 0,37, \ \varnothing 24_{-0,52}, \ 2, \ 1^{+0,25};$

$\sqrt{Ra} \ 12,5 - 2 \text{ отверстия } \varnothing 9^{+0,36}, \ R11, \ 4 \text{ отверстия } \varnothing 7^{+0,36}, \ \varnothing 5^{+0,3}, \ \varnothing 14,5^{+0,43},$   
 $\varnothing 4^{+0,3}, \ \varnothing 3^{+0,25}, \ 0,5 \times 45^\circ \pm 2^\circ;$

- не обработанных поверхностей  $\sqrt{Rz} \ 50$

4. Обеспечить другие технические требования, указанные на чертеже:

- Неуказанные литейные радиусы 3-5 мм. и уклоны  $3^\circ$
- Неуказанные предельные отклонения размеров, получаемых

механической обработкой: отверстий – по H14, валов – по h14, остальных  $\pm IT14/2$ .

- Покрытие не обработанных поверхностей – лак ЛБС-1 или ЛБС-2  
ГОСТ 901-78 VII У2.<sup>4</sup>/<sub>1.6</sub>.

- Маркировать шрифтом ПО-7 ГОСТ 2930-62.

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3 – Анализ чертежа детали «Корпус распределителя»

Наименование детали № чертежа	Тип детали	Материал детали ГОСТ	Масса детали ,кг	Шероховатость Ra ,мкм	Технические требования				
					Термообработка, т вердость HB;HRC <sub>3</sub>	№ поверхности на рисунках 2, 3 и 4	Точность		Другие технические требования
							Размеров, квалитет	размеров, квалитет	
«Корпус распределителя»	Корпус	АЛ-9 ГОСТ 1583-93	0,4	10	Покрытие необработанных поверхностей – лак ЛБС-1 или ЛБС-2 ГОСТ 901-78	1.	Ø56 <sub>-0,74</sub>		Технические требования согласно чертежу.
				2,5		2.	Ø22H7 <sup>(+0,021)</sup>		
				12,5		3.	0,5x45°		
				12,5		4.	Ø4 <sup>+0,3</sup>		
				12,5		5.	Ø7 <sup>+0,36</sup>		
				12,5		6.	Ø9 <sup>+0,36</sup>		
						7.	M14x1,5-6H		
				6,3		8.	Ø25 <sub>-0,52</sub>		
				12,5		9.	Ø14,5 <sup>+0,43</sup>		
				12,5		10.	Ø5 <sup>+0,3</sup>		
				6,3		11.	Ø24 <sub>-0,52</sub>		
				6,3		12.	Ø22 <sup>+0,52</sup>		
				12,5		13.	Ø3 <sup>+0,25</sup>		
				6,3		14.	76±0,37		
				3,2		15.			
				3,2		16.	Ø56±0,37		
				6,3		17.	3 <sup>+0,25</sup>		
				12,5		18.	21 <sup>+0,52</sup>		
				3,2		19.	1 <sup>+0,25</sup>		
						20.	Ø25 <sub>-0,52</sub>		

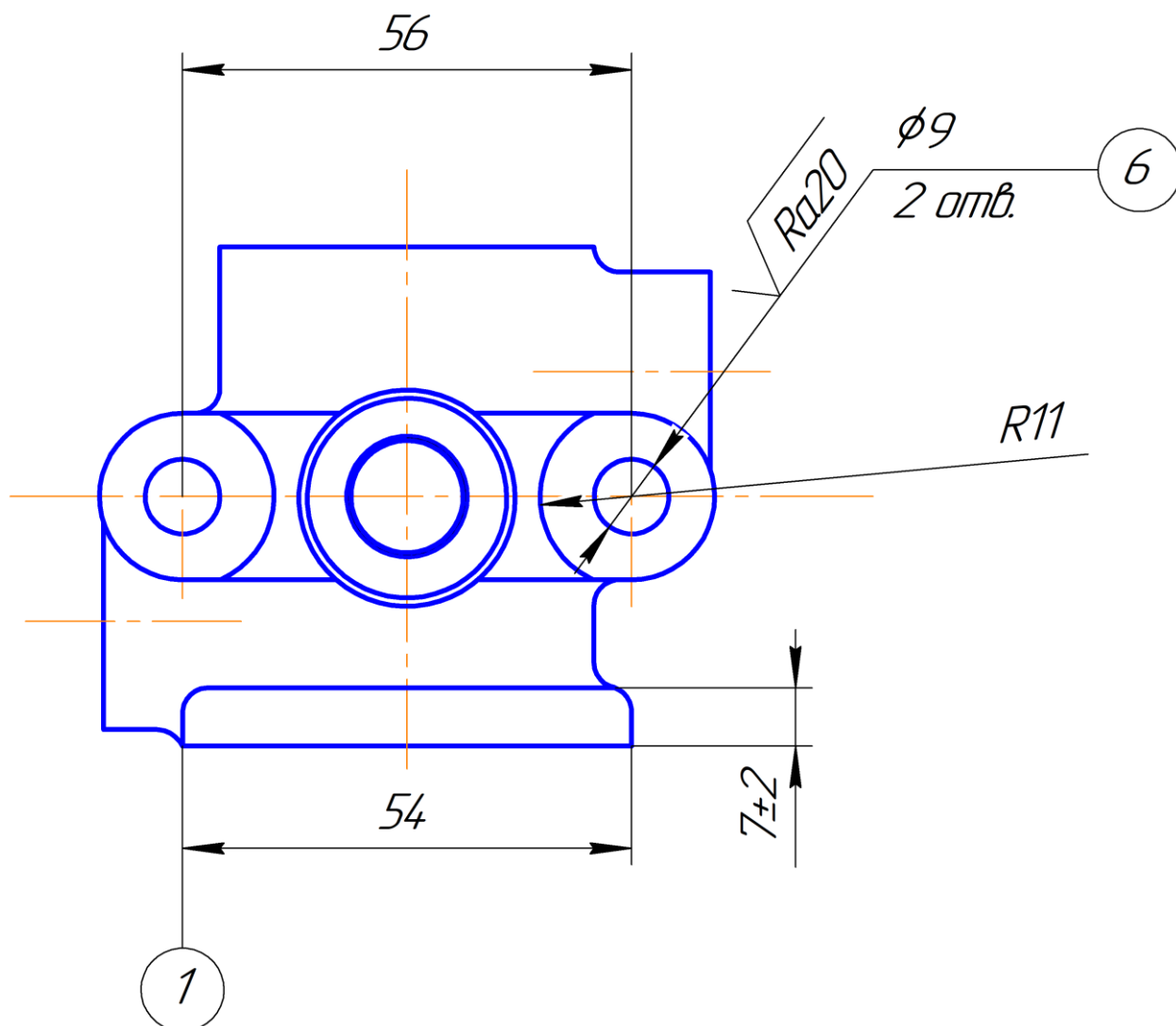


Рисунок 2 – Вид А по чертежу. Нумерация поверхностей детали.

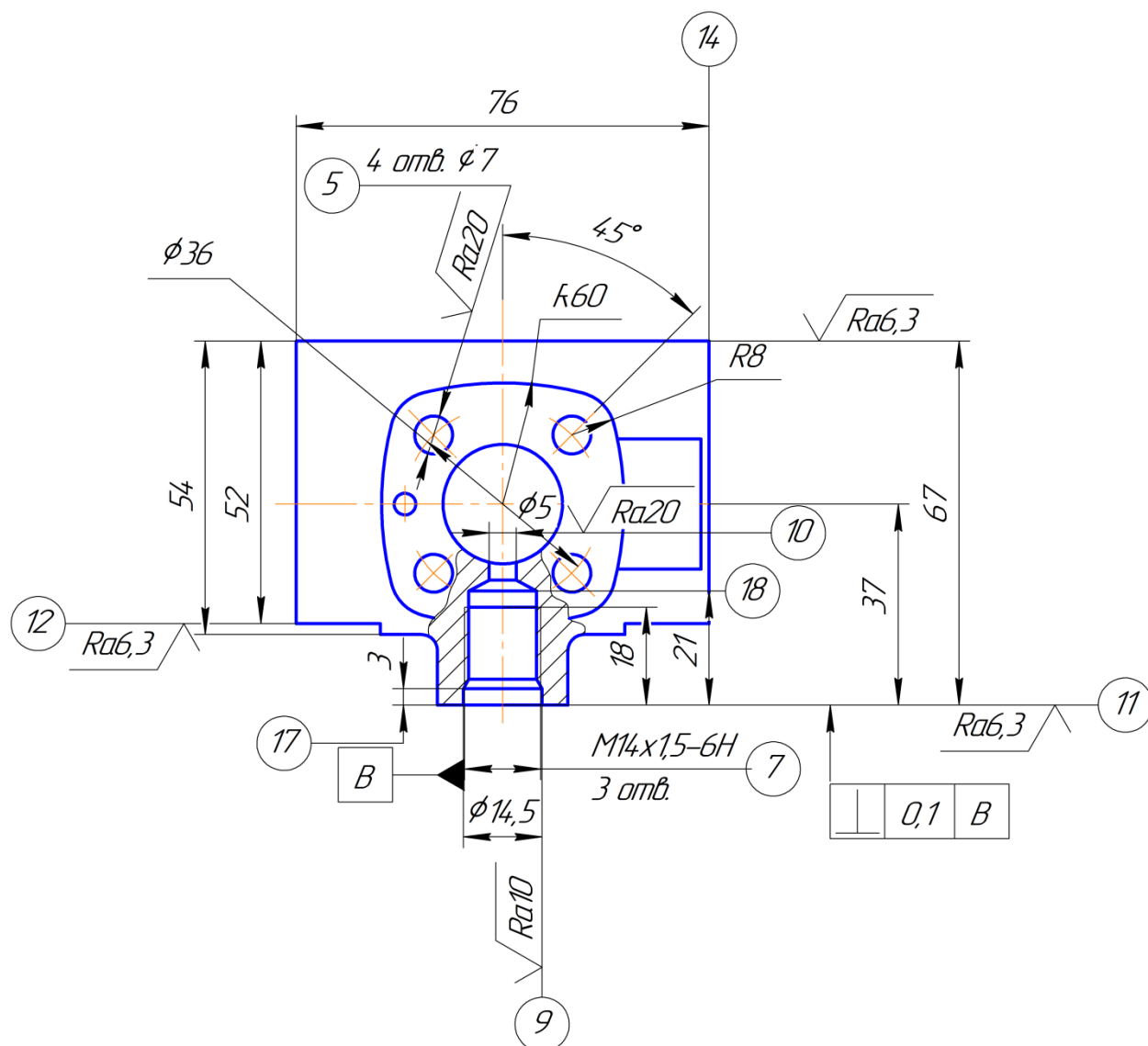


Рисунок 3 – Вид Б по чертежу. Нумерация поверхностей детали.



Основные требования технологичности:

- правильный выбор материала детали и полное соответствие требованиям качества поверхностного слоя с маркой материала детали;
- наименьшее количество установок детали при обработке;
- использование стандартных и нормализованных измерительных инструментов и режущих инструментов; обеспечение условий работы высокоэффективного режущего инструмента;
- упрощение размеров и формы обрабатываемых элементов, которое позволит выполнять их обработку наименьшим числом инструментов и использование стандартных подпрограмм на станках с числовым программным управлением и т.д.

#### 1.3.1. Качественный анализ технологичности

1. Конфигурация данной детали и марка материала позволяют применять наиболее точные заготовки, которые сокращают объем механической обработки.

2. При создании данного изделия используют простые геометрические формы, которые позволяют применять высокопроизводительные методы механической обработки.

3. требования, которые предъявлены к точности размеров и формы детали, обоснованы.

4. Для того чтобы снизить объем механической обработки, заготовка для детали получается путем литья под давлением.

5. Получена достаточная жесткость для обработки детали.

6. Конструкция данной детали предусматривает возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента в зону обработки детали.

7. Конструкция детали дает свободный вход и выход инструмента из зоны обработки.

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### 1.3.2. Количественный анализ технологичности

Количественная оценка технологичности конструкции детали производят по следующим коэффициентам [5, стр. 29]:

1. Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_{Д}}{M_{З}}, \quad (1)$$

где  $M_{Д}$  – масса детали по чертежу, кг;

$M_{З}$  – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{им} = \frac{M_{Д}}{M_{М}} = \frac{0,4}{0,525} = 0,76;$$

2. Коэффициент точности обработки детали:

$$K = \frac{T_{H}}{T_{Д}}, \quad (2)$$

где  $T_{H}$  – число размеров не обоснованной степени точности обработки;

$T_{Д}$  – общее число размеров, подлежащих обработке.

$$K_{Т} = \frac{T_{H}}{T_{O}} = \frac{16}{20} = 0,8.$$

3. Коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{Ш} = \frac{Ш_{K}}{Ш_{O}}, \quad (3)$$

где  $Ш_{K}$  – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости, шт.;

$Ш_{O}$  – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке, шт.

$$K_{Ш} = \frac{Ш_{H}}{Ш_{O}} = \frac{12}{20} = 0,6.$$

Имея данные качественных и количественных показателей можно сделать вывод, что деталь достаточно технологична для типа деталей «корпус».



#### 1.4. Анализ базового технологического процесса обработки детали «Корпус распределителя»

Механическая обработка в базовом технологическом процессе ведется на универсальном оборудовании и выполняется универсальным режущим инструментом, нормы времени и маршрут изготовления детали на каждую операцию механической обработки представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Маршрут изготовления детали по базовому технологическому процессу мехобработки

Номера операций	Операция	Оборудование	$T_{шт-к}$ , мин
000	Отливка. Термообработка. Дробеочистка		
003	Разметка		
005	Фрезерная	Горизонтально фрез. 6Н82Г	17,39
010	Сверлильная	Радиально сверл. 2Н55	3,14
015	Сверлильная	Радиально сверл. 2Н55	1,75
020	Сверлильная	Радиально сверл. 2А55	2,95
025	Фрезерная	Вертикально фрез. 6Р10	0,68
030	Сверлильная	Радиально сверл. 2Н55	1,59
035	Слесарная		
037	Притирочная	Притир 2878	
045	Контрольная		
			$\Sigma T_{шт-к} = 24,26$

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. Определение типа производства

В соответствии с требуемым заданием годовая программа выпуска деталей равна 8000 шт. Учитывая годовую программу и массу детали равной 0,4 кг можно определить тип производства по таблице 5. Для данного варианта производство будет являться среднесерийным [9, стр.33].

Таблица 5 – Представленные данные для определения типа производства

Масса детали, кг	Объем годового выпуска деталей N, шт. в зависимости от типа производства			
	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1	< 2000	2000 – 75000	75000 – 200000	> 200000
1 - 2,5	<1000	1000 – 50000	50000 – 100000	> 100000
2,5 - 5	< 500	500 – 35000	35000 – 75000	> 75000
5 - 10	< 300	300 – 25000	25000 – 50000	> 50000
> 10	< 200	200 – 10000	10000 – 25000	> 25000

Определяем тип производства, который характеризуется коэффициентом закрепления операций Кз.о., определяемый по формуле (4) [5,стр.33]:

$$Кз.о. = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (4)$$

где  $\sum O$  - суммарное число различных операций;

$\sum P$  - суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Годовая программа выпуска по заданию равна N=8000 шт. в год.

Далее устанавливаем соотношение между трудоемкостью выполнения операций и производительностью оборудования в соответствии с нормативными коэффициентами загрузки оборудования.

Имея данные о штучно-калькуляционном времени, которое затратили на каждую операцию, можно определить количество станков, которые используют на каждой операции механической обработки детали по формуле (5) [9,стр.34]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн}}, \quad (5)$$

где  $N$ - годовая программа выпуска деталей, шт.;

$T_{шт-к}$  - штучно-калькуляционное время, мин.;

$F_d$  - действительный годовой фонд времени,  $F_d = 4029$  ч. (при двухсменной работе);

$\eta_{зн.}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования, для среднесерийного производства –  $0,75 \div 0,85$ .

Для первой операции рассчитаем по формуле (5) количество станков, для остальных операций мехобработки полученные значения занесем в таблицу 6:

$$m_{p005} = \frac{8000 \times 17.39}{60 \times 4029 \times 0.80} = 0,71$$

После того, как рассчитали для всех операций  $m_p$  установим принятое число рабочих мест  $P$ , округлим ближайшего большего целого числа полученное значение  $m_p$ .

Для каждой операции по маршруту мехобработки вычисляем значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле (6) [4,стр.35]:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P}, \quad (6)$$

где  $m_p$  – расчетное количество станков;

$P$  – принятое количество станков.

Для первой операции мехобработки рассчитываем по формуле (6) значение фактического коэффициента загрузки рабочего места, для остальных операций полученные значения занесем в таблицу 6:

$$\eta_{з.ф005} = \frac{0,71}{1} = 0,71.$$

Количество операций, которые выполняются на одном рабочем месте (О), определяется по формуле (7) [4,стр.35]:

$$O = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф}}, \quad (7)$$

где  $\eta_{з.н}$  – коэффициент загрузки оборудования;

$\eta_{з.ф}$  – фактический коэффициент загрузки.

Для первой операции мехобработки рассчитаем по формуле (7) количество операций, для остальных операций полученные значения занесем в таблицу 6:

$$O_{005} = \frac{0,80}{0,71} = 1,12.$$

Таблица 6 – Данные базового тех. процесса для расчета  $K_{з.о.}$

Номера операций	$T_{шт-к}$ , мин	$m_p$	P	$\eta_{з.ф.}$	O
005	17,39	0,71	1	0,71	1,12
010	3,14	0,12	1	0,12	6,6
015	1,75	0,07	1	0,07	11,42
020	2,92	0,12	1	0,12	6,6
025	0,68	0,02	1	0,02	40
030	1,59	0,06	1	0,06	13,3
	$\sum T_{шт-к} = 24,26$		$\sum P = 6$		$\sum O = 79,04$

Характеризуется серийное производство тем, что запуск деталей в производство выполняется партиями, нерегулярно повторяющимся изготовлением и выпуском одинаковых изделий.

Коэффициент закрепления операций рассчитываем по формуле (4)

$$K_{з.о.} = \frac{79,04}{6} = 13,17.$$

$10 \leq K_{з.о.} \leq 20$  – характеристика среднесерийного производства по таблице 5.

$$10 \leq 13,17 \leq 20.$$

Определение организационно-технологической характеристики типа производства.

В нашем случае мы имеем дело с групповой организацией производства.

Определим количество деталей в партии по формуле (8) [9,стр.36]:

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \quad (8)$$

где  $a$  – периодичность запуска в днях;

254 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{8000 \times 3}{254} = 94,4 \text{ шт.}$$

Примем  $n = 95$  шт. – размер партии деталей.

## 2.2. Выбор заготовки

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали [1]. На выбор заготовки влияют следующие факторы:

- Материал – АЛ-9 ГОСТ 1583-93
- Объем и тип производства – годовая программа выпуска 8000 штук; производство – среднесерийное.
- Тип детали – корпус.
- Размеры детали и оборудование, на котором она изготавливается.
- Экономичность изготовления заготовки.

В базовом технологическом процессе заготовку получают литьем в кокиль, но проанализировав заводской технологический процесс было принято решение изменить способ получения заготовки, так как этот способ признан нецелесообразным для получения заготовки массой 0,525 кг и количеством 8000 штук. В качестве ориентировочного способа выбираем литье под давлением.

Литьё под давлением применяется в основном для получения фасонных отливок из цинковых, алюминиевых, магниевых и латунных сплавов. Способ считается целесообразным при величине партии в 1000 и более деталей и массе отливки до 100 кг. Параметр шероховатости не более Ra 5.

Именно этот способ производства отливок из алюминия востребован и осуществляется в производстве механизмов и деталей для автомобилей и разного рода техники.

Литье алюминия под давлением осуществляется следующим образом:

Принцип процесса литья под давлением основан на принудительном заполнении рабочей полости металлической пресс-формы расплавом и формировании отливки под действием давления пресс-поршня, перемещающегося в камере прессования, заполненной расплавом. В отличие от кокиля рабочие поверхности пресс-формы, контактирующие с отливкой, не имеют огнеупорного покрытия. Это приводит к необходимости кратковременного заполнения пресс-формы расплавом и действия на кристаллизующуюся отливку избыточного давления, в сотни раз превосходящего гравитационное. Современный процесс, реализуемый на специальных гидравлических машинах, обеспечивает получение от нескольких десятков до нескольких тысяч отливок разного назначения в час с высокими механическими свойствами, низкой шероховатостью поверхности и размерами, соответствующими или максимально приближенными к размерам готовой

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

детали. Толщина стенки отливок может быть менее 1,0 мм, а масса – от нескольких граммов до десятков килограммов.

Учитывая опыт производства отливок под давлением, можно отметить следующие его преимущества:

1. Возможность изготовления отливок значительной площади с малой толщиной стенок (менее 1 мм).

2. Возможность повышения качества отливок: отливка получается с высокой точностью размеров и низкой шероховатостью поверхности; практически не требует обработки резанием; механические свойства отливок получаются достаточно высокими.

3. Возможность многократного использования металлической пресс-формы. При этом сборка формы и извлечение из нее готовой отливки выполняются машиной, а процесс получения отливки является малооперационным. Указанные обстоятельства и высокая скорость затвердевания отливки в пресс-форме делают процесс литья под давлением одним из самых высокопроизводительных литейных процессов и создают предпосылки для полной автоматизации данного производства.

4. Значительное улучшение санитарно-гигиенических условий труда вследствие устранения из литейного цеха формовочных материалов, меньшее загрязнение окружающей среды.

Наряду с указанными преимуществами литьё под давлением имеет и ряд недостатков, в том числе:

1. Габаритные размеры и масса отливок ограничены мощностью машины (усилием, развиваемым механизмом запирания).

2. Высокая стоимость пресс-формы, сложность и трудоемкость ее изготовления, ограниченная стойкость, особенно при литье сплавов черных металлов и медных сплавов, что снижает эффективность процесса и

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ограничивает область его использования. Повышение стойкости пресс-форм является одной из важных проблем, особенно при литье сплавов, имеющих высокую температуру плавления. Удлинение срока службы пресс-форм повышает эффективность производства, позволяет расширить номенклатуру сплавов, из которых могут быть получены отливки под давлением.

3. Трудности изготовления отливок со сложными полостями, поднутрениями, карманами.

4. Наличие в отливках газовоздушной и усадочной пористости, которая снижает механические свойства материала отливок, их герметичность, ограничивает возможности изготовления отливок из сплавов, упрочняемых термической обработкой. Устранение газовоздушной и усадочной пористости отливок является одной из важных проблем, решение которой позволяет расширить область применения этого перспективного технологического процесса, повысить эффективность его использования.

5. Наличие напряжений в отливках при усадке из-за неподатливости пресс-формы также ограничивает номенклатуру сплавов, из которых могут быть изготовлены отливки данным способом.

В связи с тем, что изменен способ получения заготовки, изменяются класс размерной точности и класс точности массы отливки, таблица 7, 8.

Таблица 7 – Класс размерной точности отливки (ГОСТ Р 53464-2009)

Способ литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип сплава	Ряд припусков
		Цветные легкие нетермообрабатываемые сплавы	
		Классы точности	
В кокиль	До 100	5-9	4-7
В металлические формы	До 100	3-6	2-5



Таблица 8 – Класс точности массы отливки (ГОСТ Р 53464-2009)

Способ литья	Номинальная масса отливки, кг	Тип сплава
		Цветные легкие нетермообрабатываемые сплавы
В кокиль	до 1,0	4-11
В металлические формы	до 1,0	1-7

В технических требованиях по чертежу заготовки базового технологического процесса указана точность отливки 9–0–0–10.

По ГОСТ Р 53464-2009 точность отливки 9–0–0–10 расшифровывается следующим образом: 9 – класс размерной точности; 0 – степень коробления; 0 – степень точности поверхностей; 10 – класс точности массы отливки [14].

Так же по ГОСТ Р 53464-2009 выбраны припуски на механическую обработку. Заливка металлической формы производится сбоку. Припуски на все размеры данной заготовки будут равны 1,5 мм. Заготовка со всеми размерами представлена на чертеже ДП 44.03.04.195.01.

Далее нужно провести экономическое сравнение получения, заготовок литьем в кокиль и литьём в под давлением.

Данное сравнение будем проводить в два этапа:

1-ый этап: Сравнение методов получения заготовки по коэффициенту использования металла.

Литье в кокиль –  $K_{им}=0,76$ ;

Литье в металлические формы –  $K_{им}=0,85$ .

2-ой этап: Сравнение методов получения заготовки на основании расчета стоимости заготовки с учетом ее черновой обработки по формуле (9) [9,стр.62]:

$$C_3 = M \cdot C_M - M_0 \cdot C_C + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left( 1 + \frac{C_{ц}}{100} \right), \quad (9)$$

где  $M$  – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

$C_M$  – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки;

$M_O$  – масса отходов материала, кг;

$C_O$  – цена 1 кг отходов, руб.;

$C_{ч.з}$  – средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, руб./чел.ч.;

$T_{шт(шт-к)}$  – штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч.;

$C_{ц}$  – цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты в пределах 80-100%).

Экономический эффект при сравнении методов получения заготовки, при которых техпроцесс механической обработки не будет изменен, рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N, \quad (10)$$

где  $C_{31}, C_{32}$  – стоимости сопоставляемых заготовок, руб.;

$N$  – годовая программа, шт.;

$\mathcal{E}_3$  – экономический эффект, р.

Средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, руб./чел.-ч:

$$C_{з.ч.1} = 165,3 \text{ руб./чел.ч.}$$

$$C_{з.ч.2} = 165,3 \text{ руб./чел.ч.}$$

Стоимость заготовки по формуле (9):

$$C_{31} = 0,525 \cdot 138 - 0,125 \cdot 100 + 165,3 \cdot 0,45 \cdot \left(1 + \frac{80}{100}\right) = 195,6 \text{ руб.}$$

$$C_{32} = 0,480 \cdot 138 - 0,040 \cdot 100 + 165,3 \cdot 0,30 \cdot \left(1 + \frac{80}{100}\right) = 151,5 \text{ руб.}$$

Рассчитав нужные значения по формулам, занесем данные, которые получили в таблицу 9.

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 9 – Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-ый вариант	2-й вариант
Материал детали – АЛ-9	Вид заготовки	Литье в кокиль	Литье в металлические формы
Масса детали – 10,7 кг	Класс точности	9	6
	Масса заготовки, кг	0,525	0,480
Годовая программа – 8000	Стоимость 1кг заготовок (руб.)	138	138
Тип производства– среднесерийное	Стоимость 1кг стружки (руб.)	100	100
	Коэффициент использования металла	0,76	0,85

Рассчитываем экономический эффект по формуле (10):

$$Э_3 = (195,6 - 151,5) \cdot 8000 = 352800 \text{ руб.}$$

После того, как мы сравнили два варианта получения заготовки, можно сделать вывод, что экономически выгодно изготавливать заготовку литьём в металлические модели под давлением, так как экономия в год в этом случае составит 352800 рублей.

### 2.3. Выбор технологических баз

Основные принципы и требования к выбору технологических баз [12]:

- принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимают основные базы, т.е. конструкторские базы, используемые для определения положения детали в изделии. В случае несовпадения технологических и конструкторских баз возникает необходимость пересчета допусков, заданных конструктором, в сторону их уменьшения;
- принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы. Для соблюдения этого принципа часто создают базы, не имеющие конструктивного назначения (например, центровые гнезда у валов и т. п.);
- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

Стоит отметить, что высокая точность достигается притом, если на всех операциях механической обработки используются одни и те же комплекты баз, т.е. при соблюдении принципа их совмещения.

Оценку точности базирования при выполнении каждой операции механической обработки нужно производить в следующем порядке:

1. Узнать соблюдается ли принцип совмещения баз при выдерживании заданных размеров. Для этого нужно рассмотреть основные размеры или группы одинаковых размеров детали по различным координатным направлениям (например, для цилиндрической детали – осевые размеры, перпендикулярность основной поверхности и др.). Если принцип совмещения баз соблюдается, то погрешность базирования будет равна нулю, и анализ точности базирования на этом заканчивается.

2. Если принцип совмещения баз не соблюдается, нужно установить влияет ли это на точность механической обработки по данным параметрам.

Следует иметь в виду то, что в ряде случаев точность размеров обеспечивается за счет наладки инструментов относительно друг друга и от базирования не зависит.

Операция 005 «Фрезерная».

Станок продольно-фрезерный 6603 двухстоечный с двумя горизонтальными шпинделями. Характеристики данного станка указаны в таблице 11.

На этой операции обрабатывается черновая база для дальнейшей установки в станке с ЧПУ. Заготовку кладут на стол, упирают в специальный упор и прижимают к столу прижимами. Данное базирование детали обеспечивает надежное закрепление заготовки и перпендикулярное расположение обрабатываемых поверхностей относительно базы Г.

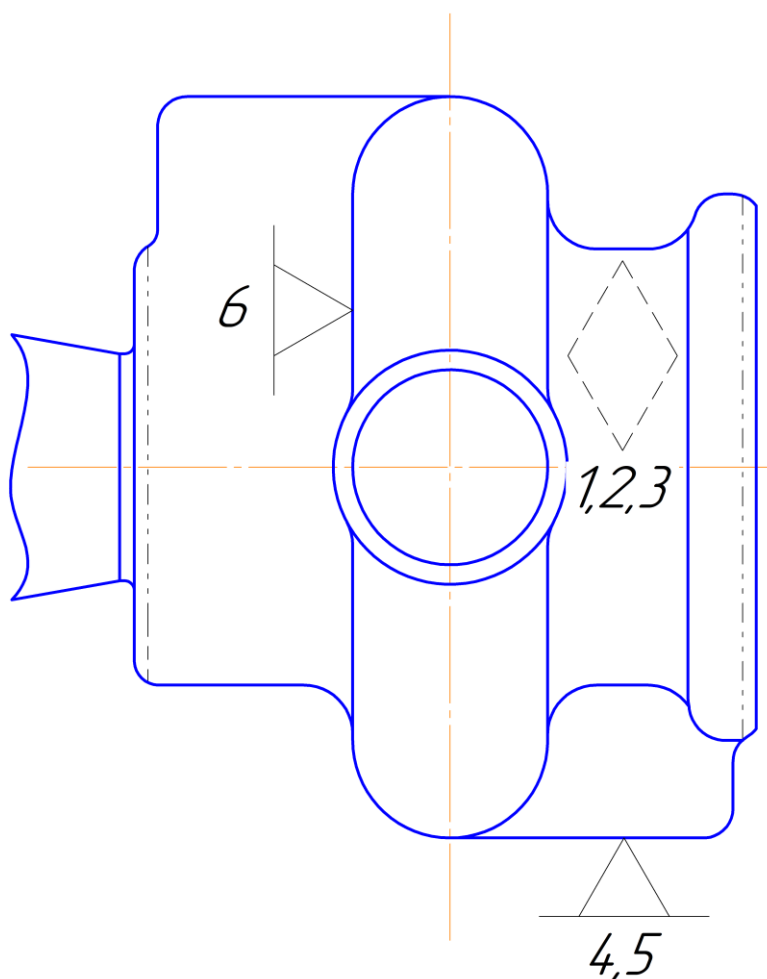


Рисунок 4 – Базирование детали на операции 005

Операция 010 «Универсально-фрезерная с ЧПУ». Установ А

Станок универсально-фрезерный DMG MORI DMU 50.

Деталь ставят на специальное кольцо, для того чтобы при сквозном сверлении инструмент не ударился в стол станка. Далее её упирают в упор и зажимают в пневматических тисах, которые установлены на столе станка.

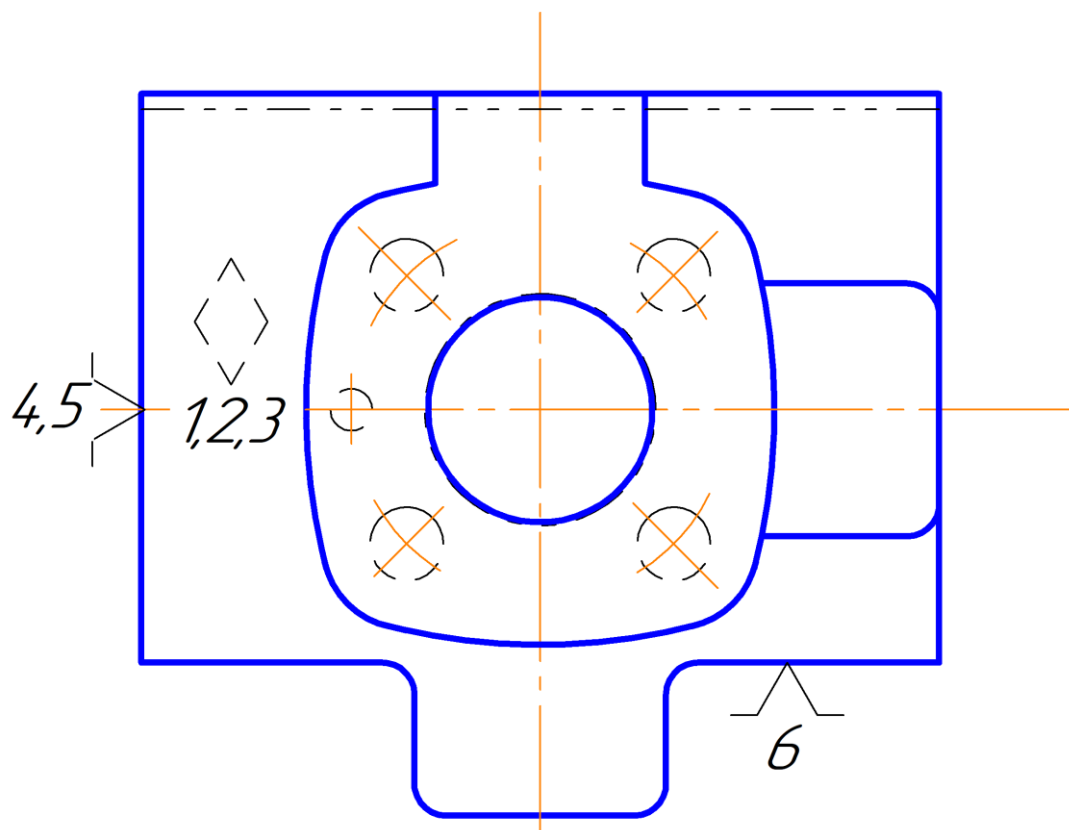


Рисунок 5 – Базирование детали при установе А в пневматических тисах

*Операция 010 «Универсально-фрезерная с ЧПУ». Установ Б*

Станок универсально-фрезерный DMG MORI DMU 50.

После того, как деталь обработали при первом установе, была обработана базовая поверхность, а именно база Г и все остальные поверхности которые позволял обработать данный станок. При установе Б, деталь базируется на задней плоскости, упирается в упор и зажимается пневматическими тисами.

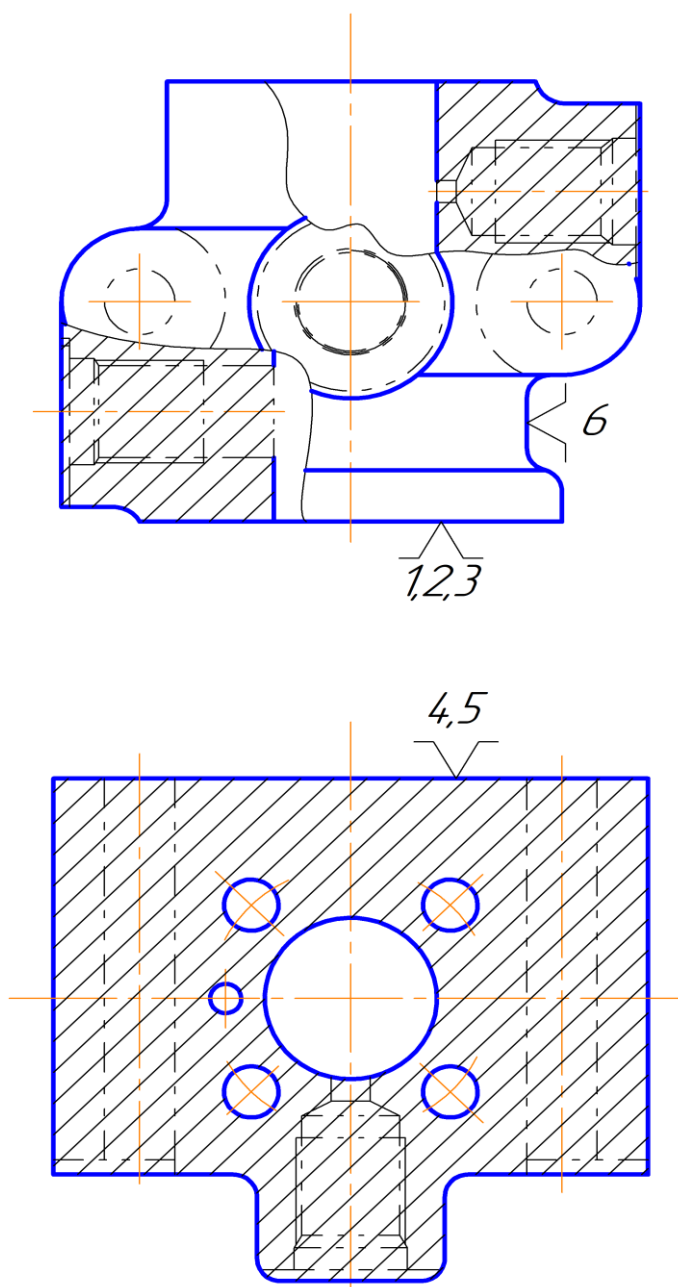


Рисунок 6 – Базирование детали при установе Б в пневматических тисах

## 2.4. Разработка технологических операций механической обработки детали «Корпус распределителя»

В данном технологическом процессе предлагается поменять универсальное оборудование на универсально-фрезерный станок с числовым программным управлением марки DMG MORI DMU 50 и горизонтально-фрезерный станок 6603. В связи с тем, что изготовление детали переводят на станок с ЧПУ, нужно изменить технологический процесс изготовления детали «Корпус распределителя». Новый вариант технологического процесса представлен в таблице 10, непосредственно сам технологический процесс механической обработки с МК, КЭ, ОК, КК приведены в приложении Д [10].

Таблица 10 – Технологический маршрут механической обработки детали «Корпус распределителя»

Номер операции	Наименование и краткое содержание операции	Инструмент	Оборудование
1	2	3	4
005	1.Фрезеровать поверхность 15 и 16 одновременно.	Фреза 100 2245-0005 ГОСТ 6469-69 - 2 шт. Нож BK8 2026-0049 ГОСТ 14700-69 – 16 шт.	Станок 6603
010 Установ А	1. Сверлить 4 отверстия 5 окончательно. 2. Сверлить отверстие 4 окончательно. 3. Зенкеровать отверстие 2 для последующего развертывания с припуском. 4. Развернуть отверстие 2 предварительно. 5. Развернуть отверстие 2 окончательно. 6. Фрезеровать поверхность 14 окончательно.	Сверло SSD 070 «KARLOY» Сверло SSD 040 «KARLOY» Зенкер HSS N21,7 «GARANT» <i>Развертка сборная:</i> Пластина RI 17-A12 «KORLOY» Развертка IRT 22.000-25165-17 «KORLOY» Развертка машинная HSS E H7 22 «HOLEX» <i>Фреза сборная:</i> Пластина SNEW09T3ADTR-XAF «KORLOY» Фреза MAPDS032HR/L-Z3 «KARLOY»	DMG MORI DMU 50



## Окончание таблицы 10

1	2	3	4
010 Установ Б	7. Сверлить 2 отверстия 6 окончательно.	Сверло SSD 090 «KARLOY» Зенкер HSS N22 «GARANT» Сверло SSD 050 «KARLOY» Сверло SSD 030 «KARLOY» Сверло SSD 125 «KARLOY» Зенкер HSS N14,5 «GARANT» Зенковка HSS 90° N12,5 «GARANT» Зенкер HSS N25 «GARANT» Метчик HSS E14×1,5-6H «GARANT»	DMG MORI DMU 50
	8. Зенкеровать 2 пов. 12 окончательно.		
	9. Сверлить отверстие 10 окончательно.		
	10. Сверлить отверстие 7.		
	11. Зенкеровать отверстие 9.		
	12. Зенковать фаску в отверстия 7		
	13. Зенкеровать поверхность 20.		
	14. Нарезать резьбу в отверстия 7.		
	15. Сверлить отверстие 13 окончательно.		
	16. Сверлить второе отверстие 7.		
	17. Зенкеровать второе отверстие 9.		
	18. Зенковать вторую фаску в отверстии 7.		
	19. Зенкеровать вторую поверхность 20.		
	20. Нарезать резьбу во втором отверстии 7.		
	21. Сверлить третье отверстие 7.		
	22. Зенкеровать третье отверстие 9.		
	23. Зенковать третью фаску в отверстии 7.		
	24. Зенкеровать третью поверхность 20.		
	25. Нарезать резьбу в третьем отверстии 7.		

## 2.5. Выбор технологического оснащения

Технологическое оснащение – совокупность орудий производства, которые необходимы для выполнения процесса изготовления деталей заданной точности, необходимой производительности с рациональными затратами на производстве.

Правильный выбор всех элементов, а именно: металлорежущего оборудования, установочно-зажимных приспособлений, режущего, мерительного и вспомогательного инструментов позволит обеспечить оптимальные режимы резания и высокую производительность.

В условиях производства достигается нужное качество продукции, уменьшается себестоимость изготовления деталей, улучшаются условия труда.

Выбор технологического оборудования, а именно станков зависит от:

- типа производства, требуемой производительности и себестоимости;
- метода обработки отдельных элементов детали;
- габаритных и обрабатываемых размеров;
- мощности, необходимой для резания;
- возможности обеспечения точности размеров и формы;
- степени удобства и безопасности работы станка.

Для изготовления данной детали выберем два станка: станок продольно-фрезерный модели 6603 и универсально-фрезерный станок с ЧПУ марки DMG MORI DMU 50.

Описание оборудования:

- Продольно-фрезерный двухстоечный станок с двумя горизонтальными шпинделями предназначен для обработки разнообразных деталей из чугуна, стали, труднообрабатываемых и легких сплавов в условиях крупносерийного и массового производства. На станке можно производить фрезерование, сверление отверстий, зенкерование и развертывание, а также выполнять несложные виды расточных работ по координатам.

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На станке возможна обработка плоскостей торцовыми фрезами. Кроме того, на станке можно производить фрезерование плоскостей цилиндрическими фрезами, обработку пазов и уступов дисковыми фрезами, применять концевые, фасонные и угловые фрезы.

Технические характеристики станка приведены в таблице 11.

На данном станке будет производиться черновая операция, в ходе которой будет подготовлена черновая база, путем прижатия детали к столу станка прижимами и удаления слоя металла с остатками литья.

Таблица 11 – Технические характеристики продольно-фрезерного станка 6603

Наименование параметров	Ед.изм.	Величины
Класс точности станка по ГОСТ 8-77		Н
Наибольшая масса устанавливаемой заготовки	кг	2500
Размеры рабочей поверхности стола	мм	630*2000
Наибольший ход стола	мм	2000
Наибольшее выдвижение шпинделя	мм	200
Инструментальный конус шпинделя		Морзе 3
Частота вращения шпинделя	об/мин	16-1600
Мощность электродвигателей приводов шпинделя	кВт	10*2
Вес станка	т	22,5
Габаритные размеры станка	мм	6200*3770*3600



Рисунок 7 – Станок продольно-фрезерный станок модели 6603

- Станки DMG MORI DMU 50 представляют новые возможности развития отдельных цехов, учебных классов, а также небольших предприятий по производству деталей сложной формы, инструмента и приспособлений. Фрезерные обрабатывающие центры с ЧПУ оснащены самыми передовыми технологиями. Высокую динамику DMU 50 обеспечивают цифровые приводы по всем осям, скорость быстрых ходов до 30 м/мин, ускорение  $5 \text{ м/с}^2$  и шпиндели до 18000 об/мин. [24]

Наряду со стандартным неподвижным столом имеются такие опции, как наклонно-поворотный стол для одновременной обработки по 5 осям, которые подключают две дополнительных оси обработки. Конструктивные особенности литой станины с ребрами жесткости являются основой высокой точности станка.

Самая современная технология управления с пультом ERGOline, мультисенсорным экраном 21,5” и интерфейсом CELOS гарантирует высочайший комфорт работы, точность и надежность. Станки DMG MORI DMU 50 – идеальное и экономичное решение начального уровня в области 5-сторонней и 5-осевой одновременной обработки.

На данной модели станка установлена стойка версии Operate 4.5 SIEMENS 840D solutionline в базовой комплектации, а также станок снабжен пультом управления ERGOline с 21,5”-дюймовым экраном. В результате время программирования может быть уменьшено на 60 % [24].

Технические характеристики станка приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики станка DMG MORI DMU 50

Параметр	Единицы измерения	Значение
1	2	3
<b>Рабочая зона</b>		
Ход по осям X/Y/Z	мм	500/450/400
<b>Главный привод (стандартное исполнение)</b>		
Диапазон оборотов	об/мин	20-14000
Мощность привода (100/40% ED)	кВт	14,5/20,3
Крутящий момент (40% ED)	Нм	121

## Окончание таблицы 12

1	2	3
<b>Подача</b>		
Быстрые хода по осям X/Y/Z	м/мин	30
Усилие подачи, макс. X/Y/Z	кН	4,8
<b>Неподвижный стол</b>		
Зажимная поверхность	мм	700×500
Максимальная грузоподъемность	кг	500
<b>Интегрированный наклонно-поворотный стол*</b>		
Зажимная поверхность	мм	ø630×500
Максимальная грузоподъемность	кг	300
Диапазон наклона	градусов	-5/+110
<b>Устройство смены инструмента, система pick-up</b>		
Вместимость	позиции	16
Вес инструмента	кг	6
Макс. длина инструмента	мм	300
Макс. диаметр инструмента	мм	80/130
<b>Вес станка / подключение</b>		
Вес	кг	4480
Мощность	кВт	21
Макс. номинальный ток	А	31
<b>Опции</b>		
Наклонно-поворотный стол для одновременной обработки по 5 осям, лазерное измерение инструмента, транспортер стружки, инструментальный магазин на 16/30/60 позиций, оптические линейки по X/Y/Z, уловитель масляного тумана, переключение с подачи СОЖ на обдув воздухом, подача сжатого воздуха через центр шпинделя, пистолет подачи СОЖ, внутренняя подача СОЖ до 40бар.		
<b>Система управления</b>		
Пульт управления ERGOline с мультисенсорным экраном диагональю 21,5 дюйма, интерфейс CELOS b SIEMENS 840D solutionline.		



Рисунок 8 – Универсально-фрезерный станок - DMG MORI DMU 50

## 2.6. Выбор режущего и мерительного инструмента

Для того производительность была высокая, а также было прекрасное качество обрабатывания деталей, весь режущий инструмент для станков с числовым программным управлением должен соответствовать определенным требованиям, которые удовлетворяют ряд условий, таких как:

- стабильность режущих свойств;
- правильное формирование, выполнение отвода стружек;
- универсальность использования для обработки разного вида деталей на разнотипных станках;
- быструю их сменяемость для переналадки, обработки других деталей или же смены затупившегося инструмента;
- обеспечение необходимой точности обрабатывания деталей.

Внимательный отбор, подготовка необходимых инструментов, обеспечивающие техническую надежность, а также автоматизацию рабочего процесса станка с ЧПУ, все это соответствует высокому уровню прочности таких приспособлений и их универсальность.

Для обработки на станке с ЧПУ будем использовать инструменты следующих марок: «HOLEX», «GARANT», «KORLOY» [5, 6, 7].

Инструменты вышеперечисленных марок прекрасно подходят по своим свойствам и параметрам, а так же выбор этих инструментов зависит от их невысокой стоимости. Все инструменты выбирались из каталогов 2018-2019 года, которые были выпущены данными фирмами.

Перечислю все режущие инструменты:

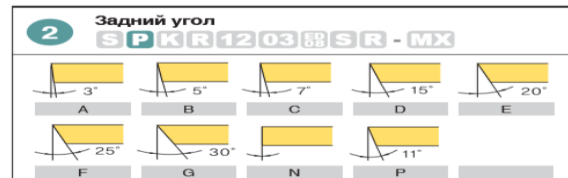
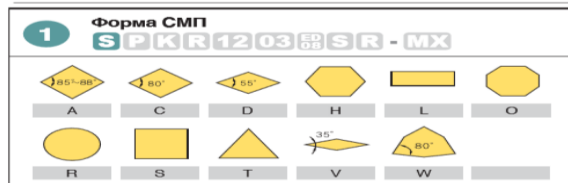
Операция 005 «Фрезерная» – Фреза 100 2245-0005 ГОСТ 6469-69 - 2 шт.: фреза дисковая двухсторонняя со вставными ножами, оснащенными твердым сплавом – ВК8 [20].

Операция 010 «универсально-фрезерная с ЧПУ» – так как при выполнении данной операции будут использоваться современные режущие инструменты, поэтому расшифрую маркировки осевых инструментов, сменных режущих пластин и державок на рисунках 9, 10 и 11 [ 9; 7; 8 ].

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# SPKR12

1 Форма СМП 2 Задний угол 3 Класс точности 4 Тип СМП 5 Длина режущей кромки, диаметр вписанной окружности



3

Класс точности

SPKR1203<sup>ED</sup>SR-MX

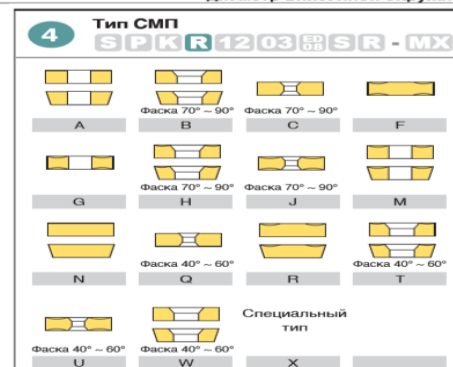
d : Inscribed Circle  
t : Thickness  
m : refer to Figure

■ Точность пластин для форм СМП типа С, Е, Н, М, О, Р, R, S, T, W

Тип	d	m	t	Точность по d	Точность по t
A	±0.025	±0.005	±0.025	6.35 J K L M N O P Q	±0.05 ±0.08 ±0.08 ±0.13
C	±0.025	±0.013	±0.025	9.525	±0.05 ±0.08 ±0.13 ±0.20
H	±0.013	±0.013	±0.025	15.875	±0.10 ±0.18 ±0.15 ±0.27
E	±0.025	±0.025	±0.025	19.05	±0.10 ±0.18 ±0.15 ±0.27
G	±0.025	±0.025	±0.13	25.4	±0.13 ±0.25 ±0.18 ±0.38
J	±0.05 ~ ±0.15	±0.005	±0.025		
K	±0.05 ~ ±0.15	±0.013	±0.025		
L	±0.05 ~ ±0.15	±0.025	±0.025		
M	±0.05 ~ ±0.15	±0.08 ~ ±0.20	±0.13		
U	±0.08 ~ ±0.25	±0.13 ~ ±0.38	±0.13		

■ Точность пластин для форм СМП типа D

d	Точность по d	Точность по t
6.35	±0.05	±0.11
9.525	±0.05	±0.11
12.7	±0.08	±0.15
15.875	±0.10	±0.18
19.05	±0.10	±0.18



**5 Длина режущей кромки, диаметр вписанной окружности**  
SPKR1203<sup>ED</sup>SR-MX

■ Метрическая система

■ Двоймовая система

■ Геометрические размеры режущей кромки СМП

Тип	06	09	11	16	22	27	33	44
03	05	06	09	12	15	19	25	
04	06	07	11	15	19	23	31	
03	05	06	09	12	16	19	25	

Диаметр вписанной окружности: 5/32", 7/32", 1/4", 3/8", 1/2", 5/8", 3/4", 1"

Двоймовая система: 5, 7, 2(8), 3, 4, 5, 6, 8

# 03 ED SR-MX

6 Высота СМП 7 Радиус при вершине (R) 8 Геометрия режущей кромки, K 9 Исполнение 10 Фрезерные стружколомы

**6 Высота СМП**  
SPKR1203<sup>ED</sup>SR-MX

Обозначение	Высота	
	Метрическое	Двоймовое
01	1.25	1/16
T0	1.125	9/128
T1	1.2	5/64
02	1.5(3)	3/32
T2	1.75	7/64
03	2	1/8
T3	2.5	5/32
04	3	3/16
05	3.5	7/32
06	4	1/4
07	5	5/16
09	6	3/8
11	7	7/16
12	8(16)	1/2

( ) Обозначены для метрических размеров

**7 Радиус при вершине (R)**  
SPKR1203<sup>ED</sup>SR-MX

Обозначение	Радиус	
	Метрическое	Двоймовое
00	0	1/2
02	0.2	1/16
04	0.4	1/8
05	0.5	1/4
08	0.8	1/2
10	1.0	1/2

Угол в плане: A - 45°, D - 60°, E - 75°, F - 85°, R - 90°, Z - специальный

Вспомогательный задний угол: A - 3°, B - 5°, C - 7°, D - 15°, E - 20°, F - 25°, G - 30°, H - 0°, I - 11°

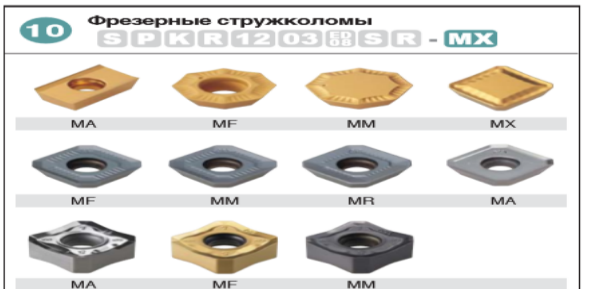
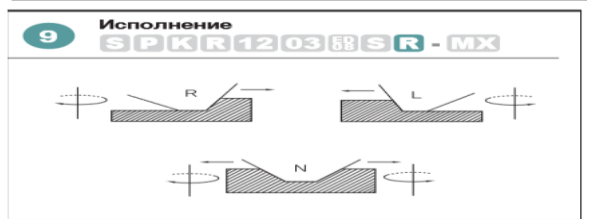
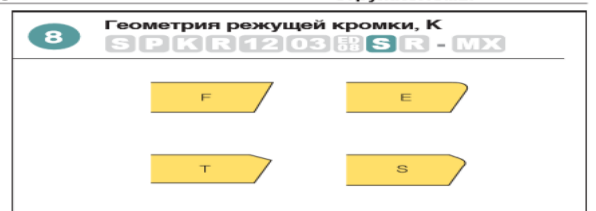


Рисунок 9 – Обозначение фрезерных СМП по ISO компании «KORLOY»







Назначение	Серия	Обозначение	Эскиз	Угол в плане	Диаметр фрезы, мм	Общие характеристики	Обработка					Стр.
							Плоскостей	Уступов	Пазов	Конфуров	Тангенциальное врезание	
	Aero Mill Mini	MAPDS 		90°	Ø40~Ø63	8 режущих кромок СМП, эффективная обработка углеродистых и нержавеющей сталей, чугунов, алюминиевых сплавов	●					E81
		MAPD 		90°	Ø32~Ø40	8 режущих кромок СМП, эффективная обработка углеродистых и нержавеющей сталей, чугунов, алюминиевых сплавов	●					E81

Рисунок 10 – Обозначение фрез для плоского фрезерования алюминия по ISO компании «KORLOY»


































Инструментальный материал	HSS E	Быстрорежущая сталь, легированная кобальтом (5 %)	HSS E-PM	Порошковая быстрорежущая сталь	VHM	Мелкозернистый цельный твердый сплав, группы сплавов K10-K40 и P40	HSS E-SPM	Специальная порошковая быстрорежущая сталь, с высоким содержанием кобальта		
	PKD	Поликристаллический алмаз	Кермет	Кермет						
Тип	Тип N	Тип N – нормальный		Твердосплавный роутер с разнонаправленными лубками для высокопроизводительной обработки	HR		Мелкий черновой профиль		Левое резание	
Стандарт	DIN 206 B	Соотв. DIN 206	EN 22568	Соотв. Euro-Norm 22568		Заводской стандарт	DIN 371	Соотв. DIN 371		
Хвостовик	<div>Твердосплавные сверла и фрезы с хвостовиком DIN 6535-HA (от Ø ≥ 6 мм) по желанию могут поставляться с лыской на хвостовике HB или HE:</div> <div><div><div>Обращайте внимание на текст под заголовком: Описание соответствующего режущего инструмента. Требуется: 1 сверло № 12 2659 разм. 10 с лыской HE. Пример заказа: 1 шт. № 12 2659 разм. 10 + 1 шт. № 12 9100 HE</div></div><div><div>Хвостовик с допуском h6 с лыской по DIN 1835-B</div></div><div><div>Хвостовик с допуском h7 с 3 лысками по DIN 1835-B для 3-клучковых патронов</div></div></div> <div>Изготовление лыски на хвостовике: по индивидуальному заказу – возможность отказа от заказа не предусмотрена.</div>									
Длина		Длина рабочей части 25×D (сверло для глубокого сверления)		Общая длина режущего инструмента		Фреза с обжимным хвостовиком (L4)		Диаметр обжима (D4)		
Угол		180° Ступенчатый инструмент для цевкования 180°		Возможна подача фрезы в этом направлении		60° Зенковка с углом при вершине 60°		90° Зенкующая ступень		118° Угол при вершине 118°
		90° Допуск прецизионного инструмента в мм-диапазоне		Прогрессивная геометрия спиральной канавки		Нерегламентированная фаска на вершине режущей кромки		45° Фаска 45° на вершине режущей кромки		Скругленная вершина режущей кромки
Форма / зубья		Вершина сверла со специальной подточкой – для арматурных волокон		Инструмент с 3 зубьями		Форма C		Высокопроизводительные сверла с 6 направляющими канавками и внутренним подводом СОЖ		Конические зенковки с неравномерным шагом для точного зенкования
Резьба		MF Метрическая мелкая резьба		EG-M Метрическая резьба для проволочных вставок		60° С углом профиля 60°		CS 2-3 шага резьбы Форма C с поднутрением		Необходимый для метчика Ø отверстия под резьбу
	<div>Примечание по применению метчиков с канавками для охлаждения на синхронных шпинделях:</div> <div>В целях оптимальной смазки (для наибольшей продолжительности и максимальной эксплуатационной надежности) со смазочно-охлаждающим маслом или MMS рекомендуется использовать быстросменные резьбонарезные патроны GARANT со встроенной системой микросмазки и минимальной компенсирующей длины (MLA) № 33 8100 – 8121.</div>									
Допуск	H7	Для отверстий с допуском H7	ISO 2 6H	Метрическая резьба ISO Класс применения 2 6H – средний допуск	m7	Ø режущей кромки, допуск m7	-0,007 +0,002	Ø режущей кромки, абсолютные величины допуска		
Применение	HPC	High Performance Cutting для максимальной производительности	MTC	Multi Task Cutting Инструмент MTC с пониженной силой резания	TPC	Trochoidal Performance Cutting Динамическое трохоидальное фрезерование				
		Требуются направляющее отверстие и вспомогательное направляющее отверстие		С внутренним охлаждением, минимальное давление 25 бар. При работе со сверлами от 12×D в систему подачи СОЖ должны быть вставлены диаметр 20 – 25 мм.						

Рисунок 11 – Обозначение осевого инструмента компании «GARANT» и «HOLEX»

Применение твердосплавных пластин обеспечивает:




- Увеличение стойкости на 20-25% по сравнению с напаянными резцами;
- Повышения режимов резания за счет простоты восстановления режущих свойств многогранных пластин путем их поворота;
- Сокращение износа державки;
- Сокращения затрат на инструмент в 2-3 раза; вспомогательного времени на смену и переточку фрез;
- Сокращение инструментального хозяйства за счет универсальности применения.

Режущий инструмент:

- Фреза для плоского фрезерования:

Пластина SNEW09T3ADTR-XAF «KORLOY»

Режимы резания:  $S_z=0,05\sim0,30$  мм/зуб;  $V=1,000\sim4,000$  м/мин.

SNEW	SNEW-XAF	SNEW-NAF					
							
Обозначение	Кермет			Тв. сплав		PCD	Стр.
	CN2000	CN20	CN30	HB1	G10	ST30A	DP200
SNEW 09T3ADFR							
09T3ADTR-XAF							•
09T3ADTR-NAF							•
							E18

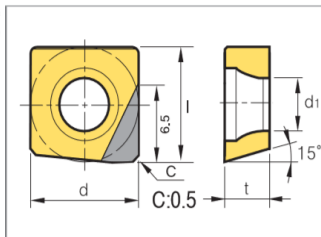

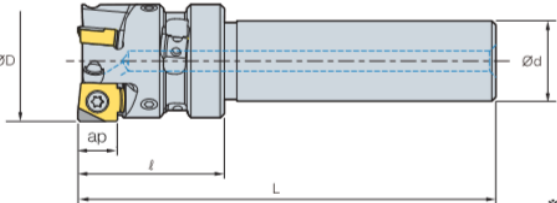




Рисунок 12 – Параметры пластины SNEW09T3ADTR-XAF «KORLOY»

**MAPDS000HR/L-Z0** New

※ PCD ap: 5 мм

※ без покрытия карбида ap: 9мм

**AA**  
**90°**

• AR : 6°

• RR : -4°~1°



Обозначение		ØD	Ød	l	L	ap	Мак частота вращения об/мин	 (мм)
<b>MAPDS 032HR/L-Z3</b>	3	32	20	35	100	9.5	26,000	0.35

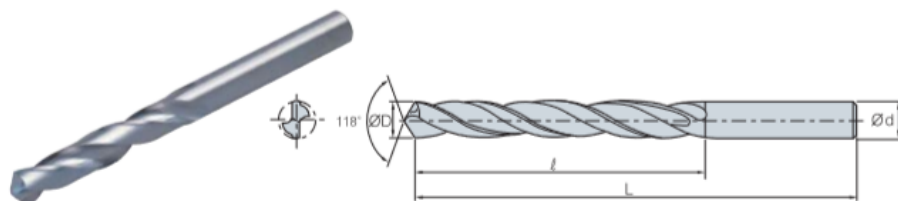
Рисунок 13 – Параметры фрезы MAPDS032HR/L-Z3 «KORLOY»

- Сверло цельное твердосплавное  $\varnothing 4$ ;

Размеры:  $\varnothing 4$  мм, L=55 мм, l=30 мм;

Обозначение: SSD 040 «KORLOY»;

## Сверла цельные твердосплавные



Покрытие	×
Точность диаметра рабочей части	h8
Точность хвостовика	h7
Угол заточки	118°
Угол подъема винтовой канавки	30°
Подточка перемычки	S Тип
Способ подвода СОЖ	Наружный

Обозначение	$\varnothing D = \varnothing d$	$l$	$L$
<b>040</b>	4.0	30	55

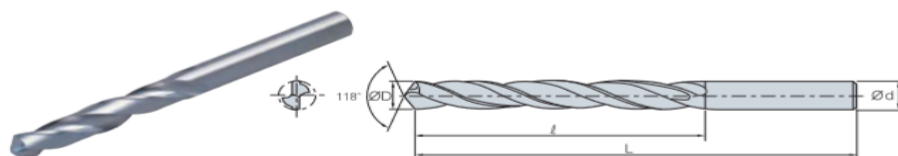
Рисунок 14 – Параметры сверла SSD 040 «KORLOY»

- Сверло цельное твердосплавное  $\varnothing 7$ ;

Размеры:  $\varnothing 7$  мм, L=80 мм, l=46 мм;

Обозначение: SSD 070 «KORLOY»;

## Сверла цельные твердосплавные



Покрытие	×
Точность диаметра рабочей части	h8
Точность хвостовика	h7
Угол заточки	118°
Угол подъема винтовой канавки	30°
Подточка перемычки	S Тип
Способ подвода СОЖ	Наружный

Обозначение	$\varnothing D = \varnothing d$	$l$	$L$
<b>070</b>	7.0	46	80

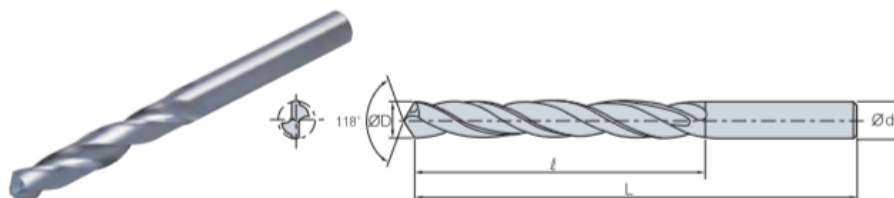
Рисунок 15 – Параметры сверла SSD 070 «KORLOY»

- Сверло цельное твердосплавное  $\varnothing 5$ ;

Размеры:  $\varnothing 5$  мм, L=65 мм, l=38 мм;

Обозначение: SSD 050 «KORLOY»;

## Сверла цельные твердосплавные



Покрытие	×
Точность диаметра рабочей части	h8
Точность хвостовика	h7
Угол заточки	118°
Угол подъема винтовой канавки	30°
Подточка перемычки	S Тип
Способ подвода СОЖ	Наружный

Обозначение	$\varnothing D = \varnothing d$	l	L
<b>050</b>	5.0	38	65

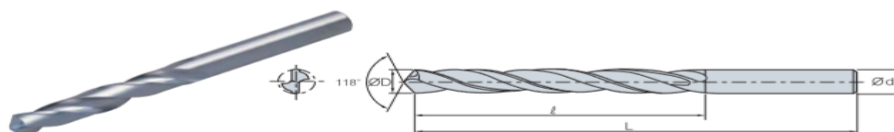
Рисунок 16 – Параметры сверла SSD 050 «KORLOY»

- Сверло цельное твердосплавное  $\varnothing 3$ ;

Размеры:  $\varnothing 3$  мм, L=50 мм, l=25 мм;

Обозначение: SSD 030 «KORLOY»;

## Сверла цельные твердосплавные



Покрытие	×
Точность диаметра рабочей части	h8
Точность хвостовика	h7
Угол заточки	118°
Угол подъема винтовой канавки	30°
Подточка перемычки	S Тип
Способ подвода СОЖ	Наружный

Обозначение	$\varnothing D = \varnothing d$	l	L
<b>030</b>	3.0	25	50

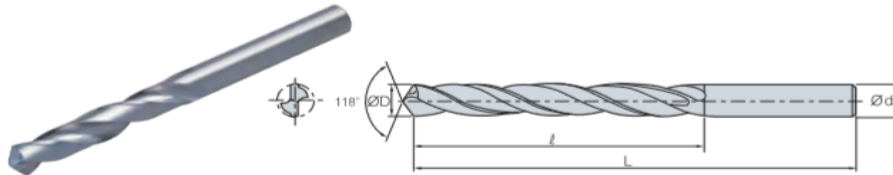
Рисунок 17 – Параметры сверла SSD 030 «KORLOY»

- Сверло цельное твердосплавное  $\varnothing 9$ ;

Размеры:  $\varnothing 9$  мм, L=95 мм, l=50 мм;

Обозначение: SSD 090 «KORLOY»;

## Сверла цельные твердосплавные



Покрытие	×
Точность диаметра рабочей части	h8
Точность хвостовика	h7
Угол заточки	118°
Угол подъема винтовой канавки	30°
Подточка перемычки	S Тип
Способ подвода СОЖ	Наружный

Обозначение	$\varnothing D = \varnothing d$	l	L
<b>090</b>	9.0	50	95

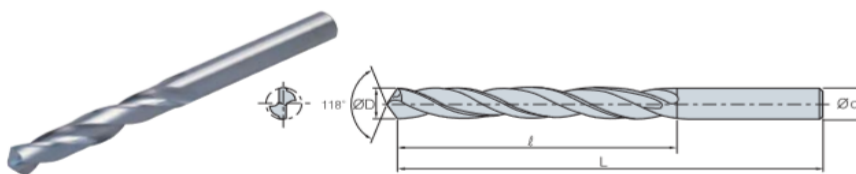
Рисунок 18 – Параметры сверла SSD 090 «KORLOY»

- Сверло цельное твердосплавное  $\varnothing 12,5$ ;

Размеры:  $\varnothing 12,5$  мм, L=125 мм, l=65 мм;

Обозначение: SSD 125 «KORLOY»;

## Сверла цельные твердосплавные



Покрытие	×
Точность диаметра рабочей части	h8
Точность хвостовика	h7
Угол заточки	118°
Угол подъема винтовой канавки	30°
Подточка перемычки	S Тип
Способ подвода СОЖ	Наружный

Обозначение	$\varnothing D = \varnothing d$	l	L
<b>125</b>	12.5	65	125

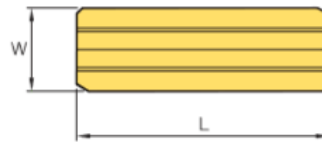
Рисунок 19 – Параметры сверла SSD 125 «KORLOY»

- Развертка сборная для чистовой обработки;

Пластина RI 17-A12 «KORLOY»

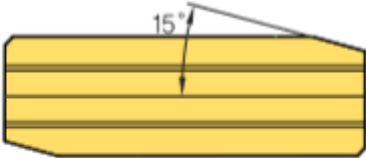
Режимы резания:  $S=0,1\sim0,3$  мм/об,  $V=40\sim60$  мм/об;

## Пластина развертки сборной



Обозначение	Марка сплава			Размеры			Исполнение	Передний угол ( $\alpha^\circ$ )
	K10 (Твердый сплав)	ВРК110 (TiAlN)	ВРК210 (TiN)	L	W	S		
17-A12	○			17	4.5	2.0	A	12°

## Формы пластин

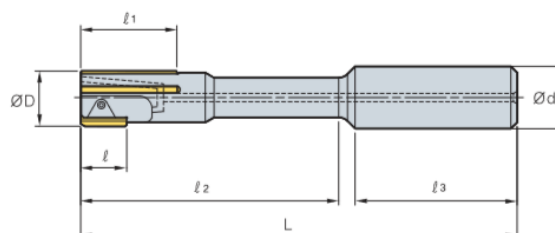
Тип	Общий вид	Назначение и характеристики
A		Чистовое развертывание, высокое качество обработанной поверхности, низкая скорость резания.

## Рекомендуемые режимы резания

Обрабатываемые материалы	Геометрические характеристики пластины		Подача, мм/об	Скорость резания, мм/об		
	Передний угол	Исполнение		Твердый сплав с покрытием	Твердый сплав	Кермет
Алюминиевые сплавы	12	B	0.1~0.3		160~200	
		C	0.15~0.3		150~250	
		D	0.05~0.2		110~200	

Рисунок 20 – Параметры пластины RI 17-A12 «KORLOY»

## Развертки сборные серии - IRT Сквозные отверстия



Обозначение	ØD	l	l1	l2	l3	L	Ød	СМП
22.000-25165-17	21,96	17	30	110	56	165	25	RI 17

Рисунок 21 – Параметры развертки IRT 22.000-25165-17 «KORLOY»

- Зенкер Ø21,7 мм;

Обозначение: Зенкер 116620 HSS N21,7 «GARANT»;

Размеры: Z=3, L=248 мм, Ø21,7 мм, длина канавки для отвода стружки 150 мм;



Марка: GARANT

HSS	Тип N	120°	3	h8	DIN 343
-----	-------	------	---	----	---------

AI	Унив.	
N		
45		

Покрытие	без покрытия
Инструментальный материал	HSS
Тип	N
Число режущих кромок Z	3
Допуск на номинальный ø	h8
Стандарт	DIN 343
подача f в стали < 750 Н/мм <sup>2</sup>	0,2 мм/об
номинальный ø	21,7 мм
конус Морзе МК. размер	2
общая длина L <sub>общ</sub>	248 мм
Длина канавки для отвода стружки	150 мм
ø отверстия под резьбу	15,3 мм
ø хвостовика	21,7 мм
мин. ø пилотного отверстия Ø <sub>м.п.</sub>	15,3 мм

### Описание

#### Исполнение:

Утолщенная сердцевина. Усиленный зенкер с улучшенной устойчивостью при сверлении.

#### Преимущество:

Отлично подходит для исправления формы некруглых отверстий. Корректирует несоосность отверстий в сопрягаемых деталях.

#### Примечание:

Необходимо учитывать:

ø отверстия под резьбу не должен быть меньше указанного в таблице.


Рисунок 22 – Параметры зенкера HSS N21,7 «GARANT»



- Зенкер  $\varnothing 22$  мм;

Обозначение: Зенкер 116620 HSS N22 «GARANT»;

Размеры: Z=3, L=248 мм,  $\varnothing 22$  мм, длина канавки для отвода стружки 150 мм;



Покрyтис	бeз покрyтис
Инструментальный материал	HSS
Тип	N
*число режyщих кромок Z	3
Дюжyк по номинальному $\varnothing$	h8
Стандарт	DIN 313
подача f в стали < 750 Н/мм <sup>2</sup>	0.2 мм/об
номинальный $\varnothing$	22 мм
конус Модрe МК, размер	2
общая длина L <sub>общ</sub>	248 мм
Длина канавки для отвода стружки	150 мм
$\varnothing$ откpоски под резьбу	15.3 мм
$\varnothing$ хвостовика	22 мм
мин. $\varnothing$ пилотного отверстия D <sub>пил.</sub>	15.3 мм

Марка: **GARANT**

HSS

Тип N

DIN 313

h8

AI	Унив.	
N		
45		

#### Описание

##### Исполнение:

Утолщенная сердцевина. Усиленный зенкер с улучшенной устойчивостью при сверлении.

##### Преимущество:

Отлично подходит для исправления формы некруглых отверстий. Корректирует несоосность отверстий в сопрягаемых деталях.

##### Примечание:

Необходимо учитывать:


• отверстия под резьбу не должен быть меньше указанного в таблице.

### Рисунок 23 – Параметры зенкера HSS N22 «GARANT»

- Зенкер  $\varnothing 14,5$  мм;

Обозначение: Зенкер 116620 HSS N14,5 «GARANT»;

Размеры: Z=3, L=212 мм,  $\varnothing 14,5$  мм, длина канавки для отвода стружки 114 мм;



Покрyтис	бeз покрyтис
Инструментальный материал	HSS
Тип	N
*число режyщих кромок Z	3
Дюжyк по номинальному $\varnothing$	h8
Стандарт	DIN 313
подача f в стали < 750 Н/мм <sup>2</sup>	0.2 мм/об
номинальный $\varnothing$	22 мм
конус Модрe МК, размер	2
общая длина L <sub>общ</sub>	248 мм
Длина канавки для отвода стружки	150 мм
$\varnothing$ откpоски под резьбу	15.3 мм
$\varnothing$ хвостовика	22 мм
мин. $\varnothing$ пилотного отверстия D <sub>пил.</sub>	15.3 мм

Марка: **GARANT**

HSS

Тип N

DIN 313

h8

AI	Унив.	
N		
45		

#### Описание

##### Исполнение:

Утолщенная сердцевина. Усиленный зенкер с улучшенной устойчивостью при сверлении.

##### Преимущество:

Отлично подходит для исправления формы некруглых отверстий. Корректирует несоосность отверстий в сопрягаемых деталях.

##### Примечание:

Необходимо учитывать:

• отверстия под резьбу не должен быть меньше указанного в таблице.

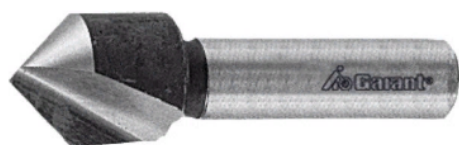
### Рисунок 24 – Параметры зенкера HSS N14,5 «GARANT»



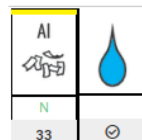
- Зенковка 90° ø12,5;

Обозначение: Зенковка 150050 HSS 90° N12,5 «GARANT»;

Размеры: Z=1; L=50 мм; угол при вершине 90°; ø12,5 мм;



Марка: GARANT



Описание

**Исполнение:**

С аксиально-радиальной заточкой для удаления заусенцев и зенкования без следов дробления. За счет этого достигается высокая чистота поверхности. Большие стружечн. канавки для эффективного отвода стружки. Легко перетачивается по плоской передней поверхности зуба.

Техническая информация

Угол при вершине конической зенковки	90 градусов
Покрытие	без покрытия
хвостовик	цилиндрический хвостовик с посадкой h9
Инструментальный материал	HSS
цветное кольцо	без
наружный ø	12,5 мм
Число режущих кромок Z	1
общая длина L <sub>общ</sub>	50 мм
ø хвостовика	8 мм

Рисунок 25 – Параметры зенковки HSS 90° N12,5 «GARANT»

- Зенкер ø25 мм;

Обозначение: Зенкер 116620 HSS N25 «GARANT»;

Размеры: Z=3; L=281 мм; ø25 мм; длина канавки для отвода стружки 160 мм;



Марка: GARANT



Описание

**Исполнение:**

Утолщенная сердцевина. Усиленный зенкер с улучшенной устойчивостью при сверлении.

**Преимущество:**

Отлично подходит для исправления формы некруглых отверстий. Корректирует несоосность отверстий в сопрягаемых деталях.

**Примечание:**

Необходимо учитывать:

ø отверстия под резьбу не должен быть меньше указанного в таблице.


Покрытие	без покрытия
Инструментальный материал	HSS
Тип	N
Число режущих кромок Z	3
Диаметр по номинальному ø	h8
Стандарт	DIN 343
подача f в стали < 750 Н/мм²	0.2 мм/об
номинальный ø	22 мм
конус Морзе МК, шаг	?
общая длина L <sub>общ</sub>	281 мм
Длина канавки для отвода стружки	160 мм
ø отверстия под резьбу	15.5 мм
ø хвостовика	22 мм
мин. ø pilotного отверстия D <sub>п-к</sub>	15.5 мм

Рисунок 26 – Параметры зенкера HSS N25 «GARANT»

- Метчик M14×1,5-6H;

Обозначение: Метчик 130045 HSS E14×1,5-6H «GARANT»;

Размеры: Z=3, размер резьбы M14, шаг резьбы 1,5, L=110 мм, направление резания – правый;



Марка: **GARANT**


Применение при типе отверстий	ди 2,5хD и крупнее	DIN 13						HSS E
направление резания	правый	M/MF	DIN 376					
Покрытие	TiN							
Формат резьбы	0							
Угол профиля	60 градусов							
Стандарт резьбы	ISO							
вид режущего инструмента	Метчик для обычной обработки	AI	AI	Унив.				
общая длина L <sub>общ</sub>	110 мм	N	N					
вид резьбы	M/MF	22	23					
Стандарт	ISO							
угол зороски	16 градусов							
φ резьбы	14 мм							
φ хвостовика	11 мм							
Хвостовик квадратный	9 мм							
Шаг резьбы	1,5 мм							
φ отверстия под резьбу	12,5 мм							
Число режущих кромок Z	3							
Инструментальный материал	HSS E							
Размер резьбы M/MF/LH	14							

Рисунок 27 – Параметры метчика HSS E14×1,5-6H «GARANT»

- Развертка машинная для тонкой обработки;

Обозначение: Машинная развертка 164000 HSS E H7 22 «HOLEX»

Размеры: Z=8, ø22 мм, L=237 мм;



Техническая информация

хвостовик	МК 1-4
Применение при типе отверстий	при сквозном отверстии
Угол подъема спирали	7-8 градусов
цветное кольцо	без
Стандарт	DIN 208 B
Покрытие	без покрытия
Инструментальный материал	HSS E
Число режущих кромок Z	8
номинальный ø	22 мм
конус Морзе МК, размер	2
общая длина L <sub>общ</sub>	237 мм
длина вылета L <sub>д</sub>	157 мм
подача f в стали < 750 Н/мм <sup>2</sup>	0,25 мм/об
рекомендуемый ø отверстия в стали < 750 Н/мм <sup>2</sup>	21,7 мм
допуск	H7

Марка: **HOLEX**

AI	AI	AI	AI
литые	литые	литые	литые
> 10 % Si	> 10 % Si	> 10 % Si	> 10 % Si
N	N	N	N
13	11	10	9

Описание

**Исполнение:**  
Четное число зубьев с переменным расстоянием между зубьями. Отверстие получается абсолютно ровным и без следов дробления. Цилиндрическая фаска на режущей части выравнивает отверстие и направляет развёртку. Крепежный хвостовик конический.  
Развёртки готовые шлифованные для посадки H7.

**Применение:**  
Для развёртывания сквозных отверстий, поскольку стружка выталкивается в сторону резания. Благодаря короткой забор. части также можно исполь. для обработки глухих отверстий.

Рисунок 28 – Параметры развертки машинной HSS E H7 22 «HOLEX»

Мерительный инструмент:

Операция 005:

Скоба 05518-36;

Эталон 9579-1602;

Прибор 9594-1111;

Шаблон 19,1+0,5 8153-0022;

Операция 010:

Пробка 21,8 АЗ (+0,045) 8133-0936 ГОСТ 14810-69;

Пробка 4А7 (+0,3) 05532-24;

Штангенглубиномер ШГ-160-0,1;

Пробка 7<sup>+</sup>(+0,36) 05530-42;

Пробка 9А7 (+0,36) 05530-46;

Шаблон 1±0,5 05564-51;

Пробка 05530-57-14,2Н14;

Пробка 6Н 8221-3060 ГОСТ 17758-72;

Калибр М9558-718;

Шаблон 28±0,2 8153-0029;

Шаблон R12 М9567-413;

Шаблон 15 8153-0018;

Шаблон 8153-0046.

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2.7. Расчет припусков на механическую обработку

При проектировании технологических процессов механической обработки деталей, очень важным является установить оптимальные припуски на механическую обработку, которые обеспечат заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей и сыграют роль в экономии материальных ресурсов.

Существуют два основных метода назначения припусков на механическую обработки поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический (табличный).

Расчетно-аналитический метод определения припусков [ 9; 2 ].

Для проведения расчета припусков выбирается наиболее ответственный размер, в нашем случае это отверстие  $\varnothing 22^{+0,021}$  выполненное по 7 квалитету точности и результаты всех расчетов будут занесены в таблицу 13.

Таблица 13 – Расчеты припусков для отверстия  $\varnothing 22^{+0,021}$

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}$ , мкм	Расчетный размер $d_p$ , мм	Допуск $\delta$ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R <sub>z</sub>	T	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{min}$	$d_{max}$	$2Z_{min}^{np}$	$2Z_{max}^{np}$
Заготовка	50	100	64			21,316	0,44	20,816	21,316		
Черновое зенкерование	40	40	3,9	78,102	$2 \times 251,625$	21,819	0,130	21,689	21,819	0,503	0,873
Чистовое развертывание	5	10	0,156	4,686	$2 \times 86,096$	21,991	0,130	21,958	21,991	0,172	0,269
Тонкое развертывание	3,5	5	—	0,187	$2 \times 15,243$	21,996	0,025	21,996	22,021	0,030	0,038

Суммарное значение пространственных отклонений найдем по формуле:

$$\rho_d = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (11)$$

где  $\rho_{кор}$  – удельное коробление отливок;

$\rho_{см}$  – суммарное смещение отверстия в отливке.

Удельное коробление отливок найдем по формуле:

$$\rho_{кор} = \sqrt{\Delta k^2 \cdot l^2} \quad (12)$$

где  $\Delta k$  - удельная кривизна заготовки,  $\Delta k = 1 \text{ мкм/мм}$ .

$l$  - длина обрабатываемого отверстия,  $l = 60 \text{ мм}$ .

$$\rho_{кор} = \sqrt{1 \cdot 60^2} = 60 \text{ мкм}.$$

Суммарное смещение отверстия в отливке находится по формуле:

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{\delta_B}{2}\right)^2}, \quad (13)$$

где  $\delta_B$  - допуск на размер отливки.

Найдем суммарное смещение отверстия по формуле (13):

$$\rho_{см} = \sqrt{\left(\frac{44}{2}\right)^2} = 22 \text{ мкм}.$$

После расчета всех параметров найдем суммарное значение пространственных отклонений  $\rho_d$  по формуле (11):

$$\rho_d = \sqrt{60^2 + 22^2} = 64 \text{ мкм}.$$

Остаточные пространственные отклонения на обработанную поверхность определяется с помощью коэффициентов уточнения формы:

$$\rho_i = k_y \cdot \rho_i, \quad (14)$$

Величины после коэффициентов уточнения пространственного отклонения согласно формуле (14) следующие:

После черного зенкерования:

$$\rho_2 = 0,06 \times 64 = 3,9 \text{ мкм.}$$

После чистового развертывания:

$$\rho_3 = 0,04 \times 3,9 = 0,156 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки детали определяется с помощью следующей формулы:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (15)$$

где  $\varepsilon_6$  – погрешность базирования детали;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления детали,  $\varepsilon_3 = 50$  мкм.

Найдем погрешность базирования детали по формуле:

$$\varepsilon_6 = \Delta k \cdot l, \quad (16)$$

$$\varepsilon_6 = \Delta K \times L = 1 \times 60 = 60 \text{ мкм.}$$

где  $\Delta k$  - удельная кривизна заготовки,  $\Delta k = 1 \text{ мкм/мм}$

$l$  - длина обрабатываемого отверстия,  $l=60$  мм.

По формуле (15) находим  $\varepsilon_3$ :

для чернового зенкерования:

$$\varepsilon_{y1} = \sqrt{50^2 + 60^2} = 78,102 \text{ мкм.}$$

для чистового развертывания:

$$\varepsilon_{y2} = 78,102 \times 0,06 = 4,686 \text{ мкм.}$$

для тонкого развертывания:

$$\varepsilon_{y3} = 4,686 \times 0,04 = 0,187 \text{ мкм.}$$

Расчетные минимальные значения припусков определяется по формуле:

$$2Z_{\min} = 2(R_{xi-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (17)$$

Минимальный припуск под растачивание по формуле (17) равен:

черновое:

$$2Z_{MIN} = 2 \left( 50 + 100 + \sqrt{4225 + 6102,734} \right) = 2 \times 251,625 \text{ мкм.}$$

чистовое:

$$2Z_{MIN} = 2 \left( 40 + 40 + \sqrt{15,21 + 21,958} \right) = 2 \times 86,096 \text{ мкм.}$$

тонкое:

$$2Z_{MIN} = 2 \left( 5 + 10 + \sqrt{0,024 + 0,035} \right) = 2 \times 15,243 \text{ мкм.}$$

Расчетный диаметр определяется по формуле:

$$d_{pi-1} = D_i - 2Z_{i \min}, \quad (18)$$

$$d_3 = 22,021 \text{ мм.}$$

$$d_2 = 22,021 - 0,030 = 21,991 \text{ мм.}$$

$$d_1 = 21,991 - 0,172 = 21,819 \text{ мм.}$$

$$d_{заг} = 21,819 - 0,503 = 21,316 \text{ мм.}$$

Наибольшие предельные размеры  $d_{\max}$  равняется расчетному размеру  $d_p$ .

Минимальный диаметр заготовки находится путем вычитания из наибольшего предельного размера допуска, формула:

$$d_{\min} = d_{\max} - \delta, \quad (19)$$

$$d_{\min 3} = 22,021 - 0,025 = 21,996 \text{ мм.}$$

$$d_{\min 2} = 21,991 - 0,033 = 21,958 \text{ мм.}$$

$$d_{\min 1} = 21,819 - 0,130 = 21,689 \text{ мм.}$$

$$d_{\min \text{ЗАГ}} = 21,316 - 0,500 = 20,816 \text{ мм.}$$

Минимальные предельные значения припусков  $2Z_{\min}^{np}$  равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предыдущего переходов:

$$2Z_{\min}^{np} = d_{\max} - d_{\max-1}, \quad (20)$$

$$2Z_{\min 3}^{np} = 22,021 - 21,991 = 0,03 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\min 2}^{np} = 21,991 - 21,819 = 0,172 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\min 1}^{np} = 21,819 - 21,316 = 0,503 \text{ мм.}$$

Максимальные предельные значения припусков  $2Z_{\max}^{np}$  равны разности наименьших предельных размеров выполняемого и предыдущего переходов:

$$2Z_{\max}^{np} = d_{\min} - d_{\min-1}, \quad (21)$$

$$2Z_{\max 3}^{np} = 21,996 - 21,958 = 0,038 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max 2}^{np} = 21,958 - 21,689 = 0,269 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max 1}^{np} = 21,689 - 20,816 = 0,873 \text{ мм.}$$

Проверка правильности выполненных расчетов:

$$2Z_{\max i}^{np} - 2Z_{\min i}^{np} = \delta_i - \delta_{i-1}, \quad (22)$$

Черновое зенкерование:

$$0,813 - 0,503 = 0,44 - 0,13 = 0,31 \text{ мм;}$$

Чистовое развертывание:

$$0,269 - 0,172 = 0,13 - 0,033 = 0,97 \text{ мм;}$$

Тонкое развертывание:

$$0,038 - 0,03 = 0,033 - 0,025 = 0,008 \text{ мм;}$$

Общие припуски  $2Z_{0\min}^{np}$  и  $2Z_{0\max}^{np}$  определяются суммированием промежуточных припусков на обработку:

$$2Z_{\max 0}^{np} = 0,873 + 0,269 + 0,038 = 1,18 \text{ мм.}$$

$$2Z_{\min 0}^{np} = 0,503 + 0,172 + 0,03 = 0,705 \text{ мм.}$$

Рассчитаю общий номинальный припуск  $Z_{0\text{ном}}$  по формуле (23):

$$Z_{0\text{ном}} = 2Z_{0\min}^{np} + ESD_{\text{заг}} - ESD_{\text{д}}, \quad (23)$$

где  $EID_{\text{заг}}$ ,  $EID_{\text{д}}$  - нижнее предельное отклонение диаметров заготовки и детали.

И так общий номинальный припуск по формуле (23) равен:

$$2Z_{0\text{ном}} = 0,705 + 0,5 = 1,205 \text{ мм.}$$



После определения припусков, допусков и промежуточных размеров изображу их схематично на рисунке 29.

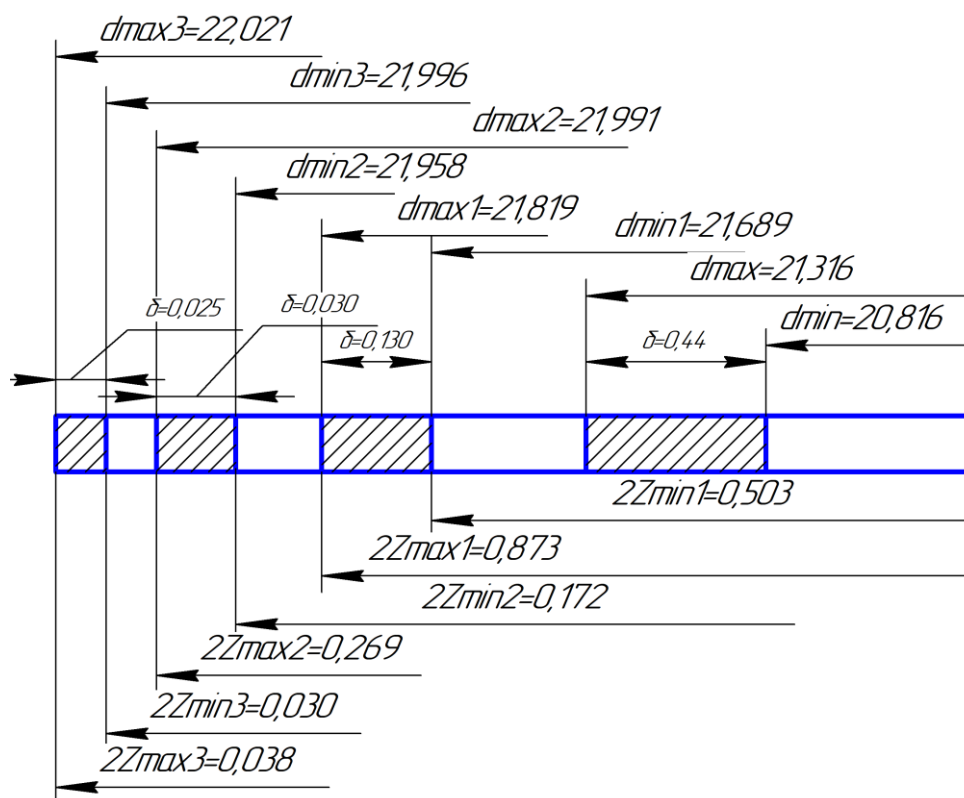


Рисунок 29 – Схема графического расположения припусков и допусков на обработку внутреннего отверстия  $\varnothing 22H7$

Опытно – статистический (табличный) метод расчет припусков [15].

На все оставшиеся обрабатываемые поверхности детали (т. е. на все, кроме одной, рассчитываемой аналитически) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ Р 53464-2009), которые занесу в таблицу 14.

Таблица 14 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
1	$\varnothing 56_{-0,74}$	1,4	1	+0,5	-0,5
8	$\varnothing 25_{-0,52}$	1,4	0,9	+0,45	-0,45
11	$\varnothing 24_{-0,52}$	1,4	0,9	+0,45	-0,45
14	$76 \pm 0,37$	1,4	1	+0,5	-0,5
20	$\varnothing 25_{-0,52}$	1,4	0,9	-0,45	-0,45

## 2.8. Выбор режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания  $t$ , мм; подачей на оборот  $S_o$ , мм/об; скоростью резания  $V$ , м/мин.

Исходными данными при выборе режимов резания являются:

1. Данные о заготовке (вид, материал и его характеристики, величина припусков на механическую обработку, состояние поверхностного слоя);
2. Характеристика обрабатываемой детали (форма детали, размеры, допуски на механическую обработку, требования к состоянию поверхностного слоя и к шероховатости);
3. Параметры режущего инструмента (типоразмер, материал режущей части, геометрические параметры);
4. Паспортные данные станков.

Рассчитаем режимы резания для операции 005 – Фрезерная.

Деталь «Корпус распределителя»;

Заготовка изготовлена из алюминиевого сплава АЛ9;

Заготовка – отливка;

Станок – продольно-фрезерный 6603.

В ходе выполнения данной операции подготавливаются черновые базы, а именно фрезеруются две опорные поверхности. Заготовка установлена на столе путем ее прижатия специальными прижимами. [22].

Глубина резания:  $t=1,4$  мм.

Подача согласно справочнику для чернового фрезерования равна  $S_z=0,11-0,17$  мм/зуб. Данное значение подачи на зуб входит в диапазон предельных продольных рабочих подач суппорта станка  $0,033...0,25$  мм/зуб, поэтому подачу на зуб выберем равной  $S_z=0,15$  мм/об. [20, стр. 284 табл.35].

Далее рассчитаем скорость резания по эмпирической формуле:

$$V = \frac{C_V \times D^q}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^p} \times K_V, \quad (24)$$

где  $C_v$  - коэффициент, характеризующий материал заготовки и фрезы;

$T$  - стойкость фрезы (мин);

$t$  - глубина резания (мм);

$S_z$  - подача на зуб (мм/зуб);

$B$  - ширина фрезерования (мм);

$Z$  - число зубьев фрезы;

$q; m; x; y; u; p$  - показатели степени;

$K_v$  - общий поправочный коэффициент на изменённые условия обработки.

Общий поправочный коэффициент находится по формуле:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ИВ}, \quad (25)$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

$K_{ПВ}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

$K_{ИВ}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

Находим поправочные коэффициенты по справочник Косиловой [20]

$$K_{MV} = 1 [20, \text{табл. стр.261-263, табл. 1-4}]$$

$$K_{ПВ} = 0,9 [20, \text{стр.263, табл. 5}]$$

$$K_{ИВ} = 2,7 [20, \text{стр.263, табл. 6}]$$

По формуле (25) найдем общий поправочный коэффициент:

$$K_v = 1 \times 0,9 \times 2,7 = 2,43$$

Коэффициент  $C_v$  и показатели степени  $q, m, x, y, u, p$  [20, стр.286 табл.39]:

$$C_v = 183,4; q = 0,25; m = 0,2; x = 0,3; y = 0,4; u = 0,1; p = 0,1;$$

Далее найдём скорость резания подставив все найденные значения в формулу (24):

$$V = \frac{183,4 \times 100^{0,25}}{120^{0,2} \times 1,4^{0,3} \times 0,15^{0,4} \times 18^{0,1} \times 10^{0,1}} \times 2,43 = 561,47 \text{ м/мин}$$

После расчета скорости резания можно рассчитать число оборотов шпинделя по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (26)$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемой детали.

По формуле (26) число оборотов шпинделя равно:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{561470}{314} = 1788 \text{ об/мин}$$

Ориентируясь на технические характеристики станка продольно-фрезерного станка 6603 рассчитанное значение скорости, входит в интервал возможных скоростей станка.

Расчёт окончен.

Для остальных операций и переходов режимы резания назначаем по каталогам и сведём в таблицу 15 [ 5; 6; 7; 20 ].

Таблица 15 – Параметры режимов резания всех переходов обработки

Операция	Переходы	Глубина резания, $t$ , мм	Подача, $S_z$ , мм/зуб; $S_o$ , мм/об	Расчётная частота вращения шпинделя, $n$ , об/мин	Скорость резания, $V$ , м/мин
1	2	3	4	5	6
005	1	1,4	$S_z=0,15$	1788	561,47
010 Установ А	1	3,5	$S_o=0,1$	1200	26,4
	2	2	$S_o=0,1$	1200	15,1
	3	0,873	$S_o=0,2$	836	57
	4	0,269	$S_o=0,2$	145	10
	5	0,038	$S_o=0,2$	217	15
	6	1,4	$S_z=0,15$	290	21,6
010 Установ Б	7	4,5	$S_o=0,1$	1200	33,9
	8	1,4	$S_o=0,2$	800	55,2
	9	2,5	$S_o=0,1$	1200	18,8
	10	3,75	$S_o=0,2$	1200	47,1
	11	1	$S_o=0,2$	800	36,4
	12	1,5	$S_o=0,2$	1000	40
	13	1,4	$S_o=0,2$	800	62,8
	14	0,25	$S_o=1,5$	295	13
	15	1,5	$S_o=0,1$	1200	11,3
	16	4,75	$S_o=0,2$	1200	47,1
	17	1	$S_o=0,2$	800	36,4
	18	1,5	$S_o=0,2$	1000	40
	19	1,4	$S_o=0,2$	800	62,8

## Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6
	20	0,25	$S_o=1,5$	295	13
010 Установ Б	21	6,25	$S_o=0,2$	1200	47,1
	22	1	$S_o=0,2$	800	36,4
	23	1,5	$S_o=0,2$	1000	40
	24	1,4	$S_o=0,2$	800	62,8
	25	0,25	$S_o=1,5$	295	13

## 2.9. Расчет технических норм времени

Технически обоснованная норма времени - время, которое необходимо для выполнения необходимого объема работы (операции) при определенных организационно – технических условиях.

Норма штучного времени – это норма времени, которая необходима на выполнение объема работы, равного единице нормирования, на выполнение технологической операции [13].

Расчеты норм времени произведем для операции 005 – Фрезерная.

Технические нормы времени при условии среднесерийного производства устанавливаются расчётно–аналитическим методом по формулам, которые приведены ниже [9, стр.99]:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{П-З}}{n} + T_{шт}, \quad (27)$$

$$T_{шт} = t_O + t_B + t_{ОБ} + t_{ОТ}, \quad (28)$$

где  $T_{П-З}$  – подготовительно-заключительное время на партию деталей, мин;

$n$  – количество деталей в партии, шт.;

$t_O$  – основное время, мин;

$t_B$  – вспомогательное время, мин;

$t_{ОБ}$  - время на обслуживание рабочего места, мин.;

$t_{ОТ}$  - время перерывов на отдых и личные надобности, мин.;

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы [9, стр.100]:

$$t_B = t_{у.с} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{из}, \quad (29)$$

где  $t_{у.с}$  – время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о}$  – время на закрепление и открепление детали, мин.;

$t_{уп}$  – время на приемы управления, мин.;

$t_{из}$  – время на измерение детали, мин.;

Определим время на установку и снятие детали [8]:

$$t_{y.c.} = 0,40 \text{ мин.}$$

Определим время на закрепление и открепление детали[8]:

$$t_{з.о.} = 0,13 \text{ мин.}$$

Определим время на приемы управления[8]:

$$t_{уп} = 0,15 \text{ мин.}$$

Время на измерение детали[8]:

$$t_{из} = 0,17 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное время по формуле (29):

$$t_b = 0,40 + 0,13 + 0,15 + 0,17 = 0,85 \text{ мин.}$$

Основное время  $t_o$  рассчитывается по всем переходам обработки с учетом совмещения переходов по формуле:

$$t_o = \frac{l \cdot i}{S_M}, \quad (30)$$

где  $l$  – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

$i$  – число ходов;

$S_M$  – минутная подача.

В общем случае расчетная длина обрабатываемой поверхности находится по формуле [4,стр.101]:

$$l = l_o + l_{ep} + l_n + l_{cx}, \quad (31)$$

где  $l_o$  – длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм.;

$l_{ep}$  – длина врезания инструмента, мм.;

$l_n$  – длина подвода инструмента к заготовке, мм.;

$l_{cx}$  – длина перебега (схода) инструмента, мм.

Определим длину обрабатываемой поверхности в направлении подачи:

$$l_o = 56 \text{ мм}$$

Длина подвода инструмента к заготовке и длина перебега (схода) инструмента равны [8]:

$$l_{\text{п}} = 100 \text{ мм.}$$

$$l_{\text{сх}} = 6,5 \text{ мм.}$$

Длина врезания инструмента  $l_{\text{вр}} = 6,5 \text{ мм.}$

Определим расчетную длину обрабатываемой поверхности по формуле (31):

$$l = (56 + 100 + 6,5 + 6,5) = 169 \text{ мм}$$

Переведем подачу  $S_z \text{ мм/зуб}$  в  $S_m \text{ мм/мин}$  по формуле [20]:

$$S_m = S_z \times n, \quad (32)$$

где  $S_z$  – подача на зуб, мм/зуб;

$n$  – число оборотов детали, об/мин.

Согласно формуле (32) минутная подача равна:

$$S_m = 0,15 \times 1788 = 268,2 \text{ мм/мин}$$

Определим основное время по формуле (30):

$$t_o = \frac{169 \cdot 1}{268,2} = 0,63 \text{ мин}$$

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем, и рассчитывается по формуле [9,стр.101]:

$$t_{\text{оп}} = t_o + t_B, \quad (33)$$

$$t_{\text{оп}} = 0,85 + 0,48 = 1,33 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места – 3,5% от оперативного времени:  $t_{\text{об}} = 0,166 \text{ мин}$  [8].

Время перерывов на отдых и личные надобности – 4% от оперативного времени:

$$t_{\text{от}} = 0,05 \text{ мин} [8].$$



По формуле (28) определим штучное время на обработку детали:

$$T_{шт} = 0,63 + 0,85 + 0,166 + 0,05 = 1,696 \text{ мин.}$$

Трудоемкость операции определяется по формуле(27):

$$T_{ш-к} = \frac{24}{95} + 1,696 = 1,94 \text{ мин.}$$

Для остальных операций механической обработки все значения представим в таблице 16.

Таблица 16 – Сводная таблица технических норм времени по операциям, мин.

№ операции	Основное время на операцию, $t_o$ , мин.	Вспомогательное время на операцию, $t_v$ , мин.	Оперативное время, $t_{оп}$ , мин.	Время на обслужива ние, $t_{ОБ}$		Время на отдых $t_{ОТ}$ .		Штучное время, $T_{шт}$ , мин.	Подготовительно заключительное время на партию, $T_{п-з}$ ;мин	Величина партии, шт.	Штучно- калькуляционное время, $T_{ш-к}$ мин
				%	мин.	%	мин.				
005	0,63	0,85	1,33	3,5	0,166	4	0,05	1,696	24	95	1,94
010	7,82	0,80	8,22	3,5	0,28	5	0,411	9,311	30		9,63

### 3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Для проектируемого технологического процесса управляющая программа будет разработана в системе ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 840D sl.

#### 3.1. Система управления SIEMENS SINUMERIK 840D sl.

Станки с числовым программным управлением являются одним из главных средств технического оснащения техпроцесса изготовления деталей. Чтобы реализовать цепочку процессов, которая будет обеспечивать максимальную производительность на предприятии, нужно эффективное программное обеспечение станков, в том числе и с ЧПУ [18].

Компания SIEMENS выпускает программное обеспечение и занимает лидирующую позицию между своими соратниками. Данная компания выпускает стойки с программным обеспечением для токарной, фрезерной и сверлильной обработки. Данные системы ЧПУ имеют широчайший набор опций в зависимости от области применения.

Система управления SINUMERIK 840D sl обеспечивает максимальную производительность и гибкость при любых типах механической обработки, в том числе и для многоосевой обработки. Из-за использования постоянных циклов обработки по контуру, работа в системе 840D значительно облегчена. Использование G и M функций позволяет полностью и правильно создать управляющую программу.

### 3.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ

Данная управляющая программа разработана с применением G и M функций и с использованием постоянных циклов программирования.

Перечень подготовительных и вспомогательных функций для программирования изложен в таблицах 17, 18 [11].

Таблица 17 – Подготовительные функции

Подготовительные функции (G коды)	Описание
G0	Быстрое позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелки
G17	Выбор плоскости XY
G18	Выбор плоскости XZ
G19	Выбор плоскости YZ
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41	Левая коррекция на радиус инструмента
G42	Правая коррекция на радиус инструмента
G43	Коррекция на положение инструмента
G52	Локальная система координат
G54 - 57	Заданное смещение
G90	Режим абсолютного позиционирования
G94	Скорость подачи (F) в мм/мин
G95	Скорость подачи (F) в мм/об
G97	Частота вращения шпинделя

Таблица 18 – Вспомогательные функции

Вспомогательные функции (M коды)	Описание
1	2
M0	Запрограммированный останов
M1	Останов по выбору
M3	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M4	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M5	Останов (отключение) шпинделя
M6	Смена инструмента
M8	Включение СОЖ
M9	Отключение СОЖ

Окончание таблицы 18

1	2
M17	Конец подпрограммы
M25	Зажим кулачкового патрона
M26	Разжим кулачкового патрона
M30	Конец программы ,переход на начало программы

### 3.3. Фрагмент управляющей программы

Управляющая программа разработана для операции 020 Токарная с ЧПУ. Фрагмент управляющей программы представлен в таблице 19, вся управляющая программа в приложении Г.

Таблица 19 – Фрагмент управляющей программы

Кадры управляющей программы	Расшифровка управляющей программы
1	2
WWP	Подпрограмма уход в референтную точку
T1 D1	Выбор инструмента
M6	Смена инструмента
G90 G0 G54 G17	Режим абсолютного позиционирования, быстрое позиционирование, смещение нулевой точки, выбор плоскости XY
G97 S1200 F0,1 M3	Задается число оборотов шпинделя, подача, вращение шпинделя по часовой стрелке
Z5	Координата точки траектории по оси Z
MCALL CYCLE83(5,0,2,-60,0,-10,0,10,0,0,1,0,1,1,0,2,0)	Режим позиционного управления, вызов постоянного цикла снятия припуска, сверление отверстий
OTV(13,13,13,-13, -13,-13,-13,13	Координаты отверстий по оси X
MCALL	Отключения режима позиционного управления
G0 X0 Y150 Z150	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
T2 D1	Выбор инструмента
M6	Смена инструмента
G97 S1200 M3	Задается число оборотов шпинделя, вращение шпинделя по часовой стрелке
G0 X0 Y-16	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
Z5 F0,1	Координата точки траектории по оси Z, задается подача
CYCLE83(5,0,2,-42,0,-5,0,10,0,0,1,0,1,1,0,2,0	Вызов постоянного цикла снятия припуска, сверление отверстий
G0 X0 Y150 Z150	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
T3 D1	Выбор инструмента
M6	Смена инструмента
G97 S836 M3	Задается число оборотов шпинделя, вращение шпинделя по часовой стрелке
G0 X0 Y0	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
Z5 F0,2	Координата точки траектории по оси Z, задается подача
CYCLE82 (5,0,2,-60,5)	Вызов постоянного цикла снятия припуска, сверление отверстий

## Окончание таблицы 19

1	2
G0 X0 Y150 Z150	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
T4 D1	Выбор инструмента
M6	Смена инструмента
G97 S145 M3	Задается число оборотов шпинделя, вращение шпинделя по часовой стрелке
X0 Y0 F0,2	Координаты точек по осям X,Y. Задается подача
Z5	Координата точки траектории по оси Z
CYCLE85 (5,0,2,-60,0,50,100	Вызов постоянного цикла снятия припуска, сверление отверстий
G0 X0 Y150 Z150	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
T5 D1	Выбор инструмента
M6	Смена инструмента
G97 S217 M3	Задается число оборотов шпинделя, вращение шпинделя по часовой стрелке
Z5	Координата точки траектории по оси Z
CYCLE85 (5,0,2,-60,0,50,100	Вызов постоянного цикла снятия припуска, сверление отверстий
G0 X0 Y150 Z150	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
T6 D1	Выбор инструмента
M6	Смена инструмента
G97 S290 M3	Задается число оборотов шпинделя, вращение шпинделя по часовой стрелке
C90	Поворот оси стола по оси C на заданный угол
G0 X-5 Y-5	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
Z5	Координата точки траектории по оси Z
G1 X0 Y0 F170	Линейная интерполяция, координаты точек по осям X,Y. Задается подача
Z-14	Координата точки по оси Z
X60	Координата точки по оси X
X30	Координата точки по оси X
Y-38	Координата точки по оси Y
Y38	Координата точки по оси Y
Z5	Координата точки по оси Z
M9M5	Отключение СОЖ, останов (отключение) шпинделя
G0 X0 Y150 Z150	Перемещение в заданные координаты на быстром ходу
M00	Запрограммированный останов

#### 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части выпускной квалификационной работы был выполнен расчет капитальных затрат и был определен экономический эффект от технологического процесса, который мы проектируем. Базовый и проектируемый технологические процессы сравниваются с помощью расчета себестоимости работ по каждому из вариантов, и определяется условно-годовая экономия [27].

##### 4.1. Определение количества технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле [27,стр. 21]:

$$q = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (34)$$

где  $t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$F_{об}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм времени,  $k_{вн} = 1 \div 1,2$ ;

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования, 0,75–0,85.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования определяется следующей формулой [27,стр. 22]:

$$F_{об} = F_n \cdot \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (35)$$

где  $F_n$  – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

$k_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год [16]:

365 – количество дней в календаре;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда можно посчитать количество рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_H = 6 \cdot 7 + 241 \cdot 8 = 1970 \text{ ч.};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_H = 1970 \cdot 2 = 3940 \text{ ч.};$$

- при трёхсменной работе (проектируемый вариант для станка с ЧПУ):

$$F_H = 1970 \cdot 3 = 5910 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2% рабочего времени универсального оборудования и 9% для обрабатывающего центра с ЧПУ [27, стр. 64];

Действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле (35), составляет:

Для универсального оборудования при двухсменной работе:

$$F_{об} = 3940 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3861 \text{ ч.}$$

Для станка с ЧПУ марки DMG MORI DMU 50 при трехсменной работе:

$$F_{об} = 5910 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5378 \text{ ч.}$$

Для варианта базового ТП ранее был произведен расчет количества оборудования, его загрузки и количество операций, которые выполняются на этом оборудовании, все рассчитанные данные приведены в таблице 6 пояснительной записки.



Для проектируемого варианта технологического процесса определяем количество технологического оборудования по штучно-калькуляционному времени, приведенного в таблице 16.

$$q_{6603} = \frac{1,94 \cdot 8000}{3861 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,084 \text{ шт.}$$

$$q_{6603} = \frac{9,63 \cdot 8000}{5378 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,298 \text{ шт.}$$

После того как рассчитали значения всех операций, определим принятое число рабочих мест ( $q_{\text{п}}$ ), округляя до ближайшего целого полученное значение ( $q_{\text{р}}$ ). Рассчитанные данные сведем в таблицу 20 для проектируемого варианта. Таблица 20 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени для проектируемого варианта

Модель станка	Штучно-калькуляционное время (t), мин.	Расчетное количество станков, $q_{\text{р}}$	Принимаемое количество станков, $q_{\text{п}}$
6603	1,94	0,084	1
DMU 50	9,63	0,298	1
	$\Sigma t = 11,57$		$\Sigma q_{\text{п}} = 2$

После того как определили расчетное количество оборудования, можем определить среднюю загрузку оборудования по проектируемому варианту технологического процесса по формуле [3,стр.35]:

$$\eta_3 = \frac{q_{\text{р}}}{q_{\text{п}}}, \quad (36)$$

где  $q_{\text{р}}$  – расчетное количество оборудования на операции;

$q_{\text{п}}$  – принятое количество оборудования на операции.

$$\eta_3 = \frac{0,382}{2} = 0,191.$$

## 4.2. Определение капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 21 по базовому варианту, в таблице 22 по проектируемому варианту технологического процесса.

Таблица 21 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Горизонтально-фрезерный	6Н82Г	1	7	7	100	20	120	120
Радиально сверлильный	2Н55	3	4,5	13,5	315	50	365	1095
Радиально сверлильный	2А55	1	5,5	5,5	200	50	250	250
Вертикально-фрезерный	6Р10	1	4	4	360	40	400	400
Итого				30		160		1865

Таблица 22 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Продольно-фрезерный	6603	1	20	20	690	60	750	750
Универсально-фрезерный с ЧПУ	DMG MORI DMU 50	1	21	21	10098,000	350	10448,000	10448,000
Итого				41				11198,000

#### 4.3. Расчет технологической себестоимости детали

Затраты на механическую обработку детали рассчитываются только по тем затратам, которые изменяются в сравниваемых вариантах механической обработки.

В итоге технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [27,стр. 24]:

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_{Э} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u, \quad (37)$$

где  $Z_M$  – затраты на материал заготовки, руб.;

$Z_{ЗП}$  – затраты на заработную плату, руб.;

$Z_{Э}$  – зарплата на технологическую энергию, руб.;

$Z_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, руб.;

$Z_u$  – затраты на металлорежущий инструмент, руб.

*Затраты на материал заготовки:*

Так как ранее было приведено сравнение вариантов изготовления заготовок, то стоимость затрат на материал заготовки возьмем от туда.

Для базового технологического процесса механической обработки  
 $Z_{МБ} = 195,6$  руб.

Для проектируемого технологического процесса механической обработки  
 $Z_{МП} = 151,5$  руб.

*Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих:*

Заработная плата считается вместе с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р. по формуле (38) [27,стр. 26]:

$$З_{ПР} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{МН} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_P, \quad (38)$$

где  $C_m$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

$t_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{МН}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание

( $k_{МН} = 1$ );

$k_{ДОП}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату

( $k_{ДОП} = 1,2$ );

$k_{ЕСН}$  – коэффициент, учитывающий страховые взносы ( $k_{ЕСН} = 1,3$ );

$k_P$  – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ( $k_P = 1,15$ ).

Численность станочников вычисляем по формуле [27, стр. 26]:

$$Ч_{СТ} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{МН}}{F_P \cdot 60}, \quad (39)$$

где  $F_P$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$k_{МН}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,

$k_{МН} = 1$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Действительный годовой фонд времени рабочего определяется по производственному календарю на текущий год [16]:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – очередной отпуск, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней;

Количество рабочих часов основного рабочего составляет  $F_p = 1682$  ч.

Теперь можно рассчитать заработную плату производственных рабочих и их численность по формулам (38) и (39).

Результаты вычислений сведем, по базовому варианту в таблицу 23, а по проектируемому варианту в таблицу 24.

Таблица 23 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Фрезерная	3	152,4	17,39	79,28	1,37
Сверлильная	3	130,6	3,14	12,18	0,24
Сверлильная	3	130,6	1,75	7,02	0,13
Сверлильная	3	130,6	2,95	11,71	0,23
Фрезерная	3	152,4	0,68	3	0,06
Сверлильная	3	152,4	1,59	7,11	0,13
Итого:				120,3	2,16

Таблица 24 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

№ операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Фрезерная	3	152,4	1,94	8,84	0,15
Универсально-фрезерная с ЧПУ	5	322,12	9,63	92,75	0,76
Итого:				101,59	0,91

Оплата труда вспомогательных рабочих, обычно, рассчитывается по повременной либо повременно-премиальной схеме. Основная и

дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по формуле [27, стр. 27]:

$$Z_{ВСП} = \frac{C_T^{ВСП} \cdot F_P \cdot Ч_{ВСП} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_P}{N_{ГОД}}, \quad (40)$$

где  $C_T^{ВСП}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

$F_P$  – действительный годовой фонд времени одного рабочего, ч.;

$N_{ГОД}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$Ч_{ВСП}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

Число транспортных рабочих составляет 5% от числа основных рабочих, численность контролеров – 7% от числа основных рабочих.

Численность основных рабочих в базовом варианте механической обработки составляет  $Ч_{ВСП} = 2,16$  чел.

Далее рассчитываются показатели численности и заработной платы по базовому варианту механической обработки для транспортных рабочих и контролеров.

Численность транспортных рабочих составляет:

$$Ч_{ВСПТ} = 2,16 \cdot 0,05 = 0,108 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет:

$$Ч_{ВСПК} = 2,16 \cdot 0,07 = 0,151 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$Z_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1682 \cdot 0,108 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{8000} = 3,79 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$Z_{ВСПК} = \frac{123,3 \cdot 1682 \cdot 0,151 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{8000} = 7,02 \text{ руб.}$$

Далее рассчитываются показатели численности и заработной платы по проектируемому варианту механической обработки для транспортных рабочих и контролеров.

Численность станочников в проектируемом варианте составляет  $Ч_{ВСП} = 0,91$  чел.

Численность транспортных рабочих составляет

$$Ч_{ВСПТ} = 0,91 \cdot 0,05 = 0,045 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет

$$Ч_{ВСПК} = 0,91 \cdot 0,07 = 0,063 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1682 \cdot 0,045 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{8000} = 1,57 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{ВСПК} = \frac{123,3 \cdot 1682 \cdot 0,063 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{8000} = 2,92 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь по каждому варианту механической обработки, сведем в таблицы 25 и 26.

Таблица 25 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,108	3,79
Контролер	123,3	0,151	7,02
Итого		0,259	10,81

Таблица 26 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту.

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,045	1,57
Контролер	123,3	0,063	2,92
Итого		0,108	4,49

Далее определяются затраты на одну деталь по заработной плате основных и вспомогательных рабочих:

Для базового технологического процесса:

$$З_{ЗПБ} = 120,3 + 10,81 = 131,11 \text{ руб.}$$

Для проектируемого технологического процесса:

$$З_{ЗПН} = 101,59 + 4,49 = 106,08 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию [27, стр.28]:

$$З_{\varepsilon} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\varepsilon p} \cdot k_{od} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\varepsilon n}} \cdot \Pi_{\varepsilon}, \quad (41)$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, (для металлообрабатывающих станков  $k_N = 0,2 \div 0,4$ );

$k_{\varepsilon p}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства  $k_{\varepsilon p} = 0,7$ ;

$k_{od}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,  $k_{od} = 0,75$  – при двух двигателях и  $k_{od} = 1$  – при одном двигателе;



$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_w = 1,04 \div 1,08$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ ;

$C_{э}$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $C_{э} = 6,38$  руб.

Производим расчеты для базового варианта по формуле(41):

$$З_{э6H82Г} = \frac{7 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 17,39}{1,02 \cdot 0,7 \cdot 60} \cdot 6,38 = 4,03 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по базовому варианту механической обработки сводим в таблицу 27.

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин.	Затраты на электроэнергию, руб.
6H82Г	7	17,39	4,03
2H55	4,5	3,14	0,46
2H55	4,5	1,75	0,26
2A55	5,5	2,95	0,53
6P10	4	0,68	0,07
2H55	4,5	1,59	0,23
Итого			5,58

Затраты на электроэнергию для базового варианта составляют:  
 $З_{эБ} = 5,58$  руб.

Производим расчеты для проектируемого варианта по формуле(41):

$$З_{э6603} = \frac{20 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 1,94}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 0,79 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по проектируемому варианту сводим в таблицу 28.

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
6603	20	1,94	0,79
DMU 50	21	9,63	3,94
Итого			4,73

Затраты на электроэнергию для проектируемого варианта составляют  $Z_{ЭП} = 4,73$  руб.

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [27, стр. 29]:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (42)$$

где  $C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

$C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяются по формуле [27, стр. 29]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{ВН}}, \quad (43)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $H_{амБ} = 12\%$  для базового оборудования,  $H_{амН} = 6\%$  - для оборудования с ЧПУ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обБАЗ} = 3940$  ч. и  $F_{обНОВ} = 5910$  ч;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_3 = 0,85$ ;

$k_{BH}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{BH} = 1,02$ .

Выполним расчет для амортизационных отчислений от стоимости технологического оборудования для базового варианта механической обработки по формуле (43):

$$C_{ам6H82Г} = \frac{120000 \cdot 0,12 \cdot 17,39}{3940 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 1,22 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования определяем по следующей формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{рем} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{BH}}, \quad (44)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{рем}$  – норма ремонтных отчислений,  $H_{амБ} = 2\%$  для базового оборудования,  $H_{амН} = 2\%$  - для оборудования с ЧПУ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обБАЗ} = 3940$  ч. И  $F_{обНОВ} = 5910$  ч;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_3 = 0,85$ ;

$k_{BH}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{BH} = 1,02$ .

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования для базового варианта по формуле (44):

$$C_{рем6H82Г} = \frac{120000 \cdot 0,02 \cdot 17,39}{3940 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 0,20 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту заносим в таблицу 29.

Таблица 29 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базового варианта

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Норма ремонтных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
6Н82Г	100	1	12	2	17,39	1,22	0,20
2Н55	1095	3	12	2	6,44	4,12	0,68
2А55	250	1	12	2	2,95	0,43	0,07
6Р10	400	1	12	2	0,68	0,15	0,03
Итого:						5,92	0,98

Рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базового варианта механической обработки по формуле(42)

$$З_{обБ} = 5,92 + 0,98 = 6,9 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования для проектируемого варианта механической обработки приводим в таблице 30.

Таблица 30 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования для проектируемого варианта

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Норма ремонтных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
6603	750	1	12	2	1,94	0,85	0,14
СТХ beta 800 TC	10448,000	1	6	2	9,63	29,45	9,81
Итого:						30,3	9,95

Рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемого варианта механической обработки по формуле(42)

$$З_{обП} = 30,30 + 9,95 = 40,25 \text{ руб.}$$

### Затраты на эксплуатацию инструмента:

Затраты на эксплуатацию цельного инструмента вычисляются по формуле [27 , стр. 30]:

$$Z_{II} = \frac{C_{II} + \beta_n \cdot C_n}{T_{cm} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{II}, \quad (45)$$

где  $C_{II}$  – цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_n$  - число переточек;

$C_n$  – стоимость одной переточки;

$T_{cm}$  – период стойкости инструмента;

$T_m$  – машинное время;

$\eta_{II}$  - коэффициент случайной убыли инструмента,  $\eta_{II} = 0,98$ ;

Произведем расчет затрат на инструмента по базовому варианту по формуле (45):

$$Z_{II} = \frac{540 + 8 \cdot 45}{60 \cdot (8 + 1)} \cdot 0,15 \cdot 0,98 = 0,24 \text{ руб.}$$

Полученные значения затрат на инструмент для всех остальных инструментов базового варианта занесем в таблицу 31.

Таблица 31 – Параметры инструмента базового технологического процесса

Операция	Инструмент	Цена единицы инструмента, руб.	Число переточек	Период стойкости инструмента, мин	Машинное время, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
005	Фреза ø250 2245-0025 BK8	540	8	60	0,15	45	0,98	0,24
	Фреза ø250 2245-0026 BK8	540			0,15			0,24
010	Сверло ø18,5 2301-0909	120			0,25			0,21
	Зенкер ø21,5 9349-589	190			0,25			0,25
	Развертка ø21,8 9354-602	250			0,16			0,18

## Окончание таблицы 31

1	2	3	4	5	6	7	8	9
015	Сверло ø4,2 2300-1022	90	8	60	0,27	45	0,98	0,22
	Сверло ø7,2 2301-1012	103,7			0,22			0,18
020	Сверло ø9,2 2301-1032	112,6			0,36			0,30
	Сверло ø12,5 2301-0862	115			0,27			0,23
	Подрезка ø26 2350-0115	270			0,12			0,13
	Метчик М14х1,5 2620-1557	340			0,06			0,08
	Сверло ø5 2300-0850	98,4			0,01			0,03
	Зенкер ø14,3 2320-0223	150			0,06			0,06
	Подрезка ø22 М9348-516	250			0,08			0,09
	Сверло ø3 2300-1011	76,2			0,02			0,02
025	Фреза ø100 2214-0153 ВК8	426,5			0,15			0,21
030	Развертка ø22A <sup>(+0,023)</sup> 8133-0936	986			0,14			0,35
Итого:								3,02

Рассчитав затраты на каждый инструмент, нужно суммировать затраты по каждому инструменту:  $Z_{ИП} = 3,02$  руб.

В проектируемом технологическом процессе механической обработки используется цельный инструмент из твердосплавного материала, отсюда, затраты на его использование будут рассчитаны по формуле (45) и все полученные данные занесены в таблицу 32.

Таблица 32 – Параметры инструмента проектируемого технологического процесса

Операция	Инструмент	Цена единицы инструмента, руб.	Число переточек	Период стойкости инструмента, мин	Машинное время, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
005	Фреза ø250 2245-0025 BK8	540	8	60	0,15	45	0,98	0,24
010	Сверло SSD 040	379,68		90	0,35		0,9	0,28
	Сверло SSD 070	396,57			2			1,68
	Сверло SSD 050	384,74			0,22			0,18
	Сверло SSD 030	356,93			0,22			0,17
	Сверло SSD 090	416,81			0,90			0,77
	Сверло SSD 125	443,76			0,27			0,24
	Зенкер 116620 HSS N21,7	742,89		100	0,35			0,38
	Зенкер 116620 HSS N22	694,89			0,01			0,01
	Зенкер 116620 HSS N14,5	472,12			0,08			0,06
	Зенкер 116620 HSS N25	720,62			0,02			0,02
	Зенковка 150050 HSS 90° N12,5	1244,88		120	0,03			0,04
	Метчик 130045 HSS E14×1,5-6H	1217,93			0,12			0,15
	Машинная развертка 164000 HSS E H7 22	923,54			1,3			1,39
Итого:								5,61

Рассчитав затраты на каждый инструмент, нужно просуммировать затраты по каждому инструменту и получим  $Z_{III} = 5,61$  руб.

Далее производится расчет затрат на современный прогрессивный инструмент.

На основании многолетнего опыта по внедрению инструмента на ряде машиностроительных предприятий Урала предлагается рассчитывать затраты на использование прогрессивного инструмента по формуле [21]:

$$Z_{ЭИ} = (C_{ПЛ} \cdot n + (C_{корп} + k_{компл} \cdot C_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{СТ} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1}, \quad (46)$$

где  $Z_{ЭИ}$  – затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$C_{ПЛ}$  – цена сменной многогранной пластины, руб.;

$n$  – количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{корп}$  – цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), руб.;

$C_{компл}$  – цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), руб.;

$k_{компл}$  – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации,  $K_{компл} = 9$ ;

$Q$  – количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

$N$  – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.;

$b_{фи}$  – коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают, что диапазон изменения величины коэффициента изменяется от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{маш}$  – машинное время, мин.;

$T_{СТ}$  – период стойкости инструмента, мин.



Производим расчет затрат на прогрессивный инструмент по формуле (46):

$$Z_{ЭИ1} = (421,56 \cdot 3 + (6328,82 + 9 \cdot 320) \cdot 350^{-1}) \cdot 1,04 \cdot (120 \cdot 0,9 \cdot 4)^{-1} = 3,08 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты для остальных инструментов и занесем полученные данные в таблицу 33.

Таблица 33 – Параметры прогрессивного инструмента

Опера ция	Инструмент	Машин ное время, мин	Цена единицы инструм ента, руб.	Суммарны й период стойкости инструмен та, мин	Коэф фици ент убыл и	Итого затра ты, руб.
010	Корпус фрезы MAPDS032HR/L-Z3	1,04	6328,82	120	0,9	3,08
	Пластина NEW09T3ADTR- XAF		421,56			
	Корпус развертки IRT 22.000-25165-17	2,06	5236,94	120	0,9	2,24
	Пластина RI 17-A12		375,63			
Итого:						5,32

Просуммировав данные по затратам на инструмент из таблиц 32 и 33 получим суммарные затраты на инструмент по проектируемому технологическому процессу:  $Z_{ИП} = 10,93$  руб.

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали заносим в таблицу 34.

Таблица 34 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
1	2	3
Затраты на материал	195,6	151,6
Заработная плата с начислениями	131,11	106,08

## Окончание таблицы 34

1	2	3
Затраты на технологическую электроэнергию	5,58	4,73
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	6,9	40,25
Затраты на инструмент	3,02	10,93
Итого	342,21	313,59
Итого стоимость годовой программы	2 737 680	2 508 720

#### 4.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из важных показателей годового экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, которая получается в результате снижения себестоимости обработки детали, вычисляемая по формуле [27, стр. 31]:

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (47)$$

где  $C_{б}, C_{пр}$  – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

Рассчитаем годовую экономию по формуле (47):

$$\mathcal{E}_{год} = (342,21 - 313,59) \cdot 8000 = 228960 \text{ руб.}$$

#### 4.5. Анализ уровня технологии производства

Анализ уровня технологии производства является одной из важнейших составляющих частью анализа организационно-тематического уровня производства.

*Для универсального оборудования:*

Удельный вес каждой из операций рассчитывается по формуле [27,стр. 34]:

$$Y_{оп} = \frac{T^i}{T} \cdot 100\%, \quad (48)$$

где  $T^i$  – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

$T$  – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Рассчитаем удельный вес операции по формуле (48) для базового варианта механической обработки:

$$Y_{оп005} = \frac{17,39}{27,5} \cdot 100\% = 63,2\%.$$

Результаты по всем остальным операциям мехобработки заносятся в таблицу 35.

Таблица 35 – Анализ структуры технологического оборудования базового варианта

Операция	Модель станка	Штучно-калькуляционное время, мин.	Удельный вес по штучно-калькуляционному времени, %
005	6Н82Г	17,39	63,2
010	2Н55	3,14	11,4
015	2Н55	1,75	6,4
020	2А55	2,95	10,7
025	6Р10	0,68	2,6
030	2Н55	1,59	5,7
Итого:			100

*Доля прогрессивного оборудования:*

Процент прогрессивного оборудования вычисляется не только по его стоимости в общей стоимости использования оборудования, но и по его количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования использованного в ходе мехобработки вычисляется по формуле [27,стр.35]:

$$Y_{ПР} = \frac{C_{пр}}{C_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (49)$$

где  $C_{пр}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $C_{пр} = 1$  шт.;

$C_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $C_{\Sigma} = 2$  шт.

$$Y_{ПР} = \frac{1}{2} \cdot 100 = 50\%.$$

Далее вычисляется производительность труда на программных операциях по формуле [27,стр. 35]:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t} , \quad (50)$$

где  $F_p$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$\kappa_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в базовом технологическом процессе считается по формуле (50):

$$B_B = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{27,5} = 4403,7 \frac{\text{шт}}{\text{чел}} \cdot \text{год.}$$

Производительность труда в усовершенствованном технологическом процессе считается по формуле (50):

$$B_{ПР} = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{11,57} = 10467 \frac{\text{шт}}{\text{чел}} \cdot \text{год.}$$

Рост производительности труда считается по формуле:

$$\Delta B = \frac{B_{\text{ПР}} - B_{\text{Б}}}{B_{\text{Б}}} \cdot 100\%, \quad (51)$$

где  $B_{\text{ПР}}, B_{\text{Б}}$  – производительность труда проектируемого и базового вариантов технологического процесса.

Определим производительность труда по формуле (51):

$$\Delta B = \frac{10467 - 4403,7}{4403,7} \cdot 100\% = 137,6\%$$

Исходя из того, что данное оборудование установлено и работает в цехе, то единовременные выплаты будут затрачиваться только на повышение квалификации непосредственно рабочего работающего за этим оборудованием.

Повышение квалификации рабочих проходит в центре УДПО «МИТИ», стоимость переподготовки одного рабочего составляет 35000 руб.

По окончанию экономических расчетов в таблице 36 представим технико-экономические показатели проекта.

Таблица 36 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
1	2	3	4	5
Годовой выпуск деталей	шт.	8000	8000	0
Количество оборудования	шт.	6	2	-4
Количество рабочих	чел.	6	2	-4
Единовременные выплаты	тыс. руб.	–	35	+35
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	0,45	0,19	-0,26
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	342,21	313,59	-28,62
Доля прогрессивного оборудования	%	–	50	+50
Производительность труда	шт/чел. год	4403,7	10467	+6063,3

## Окончание таблицы 36

1	2	3	4	5
Рост производительности труда	%	100	237,6	137,6
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,18	0,19	+0,01
Годовой экономический эффект	тыс. руб.	2737,680	2508,720	-228,960
Срок окупаемости	года	4		

## ВЫВОДЫ:

Если перевести производство детали на усовершенствованный технологический процесс мехобработки, то уменьшится себестоимость обработки детали, количество металлорежущего оборудования, а вместе с ним и количество рабочих, которые будут обслуживать данное оборудование. Далее будет очевидно, что снизятся затраты на электроэнергию, также уменьшится производственный цикл по сравнению с базовым вариантом, главным условием которого является использование универсального металлорежущего оборудования.

Можно прийти к выводу, что спроектированный технологический процесс мехобработки будет экономически эффективным по сравнению с базовым технологическим процессом мехобработки, который строится на применении универсальных станков, и естественно наиболее выгодным по сравнению с базовым вариантом.

Если внедрить данный техпроцесс, то можно увидеть, что получение годового экономического эффекта будет проходить за счет уменьшения расходов, которые составляют около двухсот двадцати восьми тысяч рублей. Отсюда можно определить срок окупаемости нового оборудования, который составит 4 года, при условии что на нем будет обрабатываться только эта деталь, а при условии параллельной обработки других деталей во время простоя станка срок окупаемости значительно сократится.

## 5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 5.1. Вводная часть

На Уральском Дизель Моторном Заводе ООО «УДМЗ» устанавливается современное, высокопроизводительное металлорежущее оборудование, а именно станки с ЧПУ.

Использование в металлорежущем производстве станков с ЧПУ помогает решить ряд определенных проблем:

- значительное улучшение условий труда рабочих;
- автоматизация производства, а именно уход от ручного труда;

Для того чтобы работать на современном металлорежущем оборудовании и обслуживать его на предприятии, рабочие проходят переподготовку в Уральском центре аттестаций по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Рабочие прошедшие полный курс обучения, сдают экзамены, с помощью которых подтверждают свою квалификацию, в которые включаются выполнение производственных работ и проверка теоретических знаний. После того как рабочий сдаст экзамен ему присваивается разряд. Рабочие, получившие разряд по профессии «Оператор наладчик обрабатывающих центров», могут работать на различных станках с числовым программным управлением.

Так как на предприятии ООО «УДМЗ» нет своего центра ДПО то обучение рабочие проходят в Международном Институте Технических Инноваций [26].

Главной целью работы Центра УДПО является подготовка и переподготовка новых рабочих и кадровых рабочих, а также руководителей, специалистов и других работников предприятия, за основу которого взята система непрерывного дополнительного профессионального образования.

Обучение и переобучение ведется по следующим направлениям:

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- организация обучения и обучение по договорам с предприятиями ОПК и другими организациями;
- организация и проведение стажировок, практик для студентов и выпускников, средних и высших учебных заведений;
- обучение и переобучение собственного персонала.

Международный Институт Технических Инноваций имеет также лицензию Министерства общего и профессионального образования Свердловской области рег. № 18187 от 27.01.2016 г., далее бессрочно. На основании которой центр УДПО может осуществлять образовательную деятельность.

В центре дополнительного профессионального образования работают, а именно преподают высококвалифицированные и опытные преподаватели. Со студентами работают опытные и высококвалифицированные руководители практики, мастера производственного обучения, инструктора производственной практики [26].

Для того чтобы процесс обучения был качественный - Центр УДПО «МИТИ» имеет учебно-материально-техническую базу:

- учебные кабинеты;
- лаборатории;
- компьютерные классы;
- два интерактивных класса (для обзора токарной и фрезерной обработки);
- техническую библиотеку, читальный зал;
- кабинеты для сотрудников центра, помещение для преподавателей;
- высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, которое привлекается в процессе обучения в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия и техники безопасности;

- медицинский пункт, для оказания первой медпомощи при несчастных случаях;
- столовую;
- бытовые и другие помещения.

Все помещения устроены и оборудованы в соответствии с действующими на сегодняшний день правилами и санитарными нормами.

Главной целью разработки методической части является анализ учебной программы для повышения квалификации станочников по профессии «Оператор-наладчик станков с ЧПУ» пятого разряда и разработка занятия теоретического обучения, по выбранной теме.

## 5.2. Анализ профстандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением (ЧПУ)»

На сегодняшний день на территории Российской Федерации действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», который утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н.

В таблице 37 изложено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ, соответствующие профессиональному стандарту [17].

Таблица 37 – Описание трудовых функций оператора-наладчика  
обрабатывающих центров с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
К о д	Наименование	уровень квалифи кации	наименование	код	уровень (подуровень) квалифика ции
1	2	3	4	5	6
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 – 14 квалитетам	А/01.2	2
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	А/02.2	2
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	А/03.2	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	А/04.2	2
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	А/05.2	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам	А/06.2	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.	А/07.2	2

## Окончание таблицы 37

1	2	3	4	5	6
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам	В/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	В/04.3	3
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01.4	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Исходя из того, что в проектируемой детали имеется ответственный размер по седьмому квалитету, отсюда значит, что рассматривать нужно вторую обобщенную трудовую функцию профстандарта – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности».

Повышение квалификации рабочего для работы на данном станке будет с уже имеющимся образованием «Оператора станка с программным управлением 4-го разряда».

Далее разберем более подробно вторую обобщенную трудовую функцию:

Наименование: «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности»

Код: В

Уровень квалификации: 3

В таблице 38 – представлены характеристики обобщенных трудовых функции по коду «В»

Таблица 38 – Характеристика обобщенных трудовых функции по коду «В»

Возможные наименования должностей	<p>Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)</p> <p>Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд)</p> <p>Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)</p> <p>Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</p> <p>Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</p> <p>Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации</p>
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование - программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии "оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ"
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Трудовые функции, необходимые для выполнения оператором-наладчиком, в рамках обобщенной трудовой функции представлены в таблице 39.

Таблица 39 – Трудовые функции по коду «В»

Код: В/01.3; Уровень квалификации 3 Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 – 8 квалитетам.	
1	2
Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 – 14 квалитетам
	Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ
	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)
Необходимые умения	Необходимые умения по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 – 14 квалитетам"
	Использовать контрольно-измерительные инструменты
	Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код А/01.2 "Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 – 14 квалитетам
Другие характеристики	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности
Код: В/02.3; Уровень квалификации 3 Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
	Выбор технологических операций и переходов обработки
	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Необходимые знания	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Режимы работы стойки ЧПУ
	Системы графического программирования
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с

## Окончание таблицы 39

1	2
Код: В/03.3 ; Уровень квалификации 3 Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	
Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"
	Установка деталей в приспособлениях и на столе станка
	Выверка деталей в различных плоскостях
Необходимые умения	Необходимые умения по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"
	Использовать контрольно-измерительные инструменты
	Выполнять установку и выверку деталей в нескольких плоскостях
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях"
	Порядок и правила установки и выверки деталей в нескольких плоскостях
Код: В/04.3 ; Уровень квалификации 3 Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	
Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам"
	Обработка отверстий в деталях по 7 - 8 квалитетам
	Обработка поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам
Необходимые умения	Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке
	Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции
	Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам"

Выполнив анализ профессионального стандарта по рассматриваемой профессии, и отметив все основные трудовые функции, а именно:

код В/02.3; уровень квалификации – 3 «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»;

код В/04.3; уровень квалификации – 3 «Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам» можно сделать вывод, что повышение квалификации рабочего будет протекать в качестве дополнительной

образовательной программы, а точнее: «Система программирования для станков с ЧПУ SINUMERIK 840D sl.», именно для неё будет разработан рабочий учебный план, который рассчитан на 72 часа теоретических и практических занятий в общем [11].

### 5.3. Материально-техническое оснащение интерактивного учебного класса фрезерной обработки

В кабинете установлено восемь обучающих комплексов типа: SINUMERIK 840D EMCO, которые позволят обучить рабочих по данной профессии, заменяющие полностью рабочее место. Обучающий комплекс SINUMERIK 840D EMCO это компьютер, на который установлено программное обеспечение SINUMERIK 840D, управление ведется через так называемый «борд» (панель управления станком). Весь этот комплекс оборудования нужен для теоретической подготовки, с помощью него можно написать полностью всю программу для обработки разнообразных деталей и увидеть симуляцию обработки детали.



Рисунок 31 – Обучающий комплекс SINUMERIK 840D EMCO

Для того чтобы получить практические навыки используется фрезерный станок, который находится в этом же учебном классе, марки EMKO Concept



MILL-300 с ЧПУ. Данный станок предназначен для фрезерной обработки малогабаритных и не сложных деталей.



Рисунок 32 – Фрезерный станок модели ЕМКО Concept MILL-300 с ЧПУ Sinumerik 840D

#### 5.4. Анализ учебного плана

Дополнительная образовательная программа «Система программирования для станков с ЧПУ SINUMERIK 840D sl.», рабочий учебный план подробно представлен в таблицах 40 и 41.

Программа разделена на две части, теоретическую и практическую.

Часть I. Обучение проходит на обучающих комплексах SINUMERIK 840D EMCO. В программу входит учебно-тематический план, по которому определяется тематика и объем курса, а так же последовательность изучения входящих в учебный план тем.

В момент прохождения обучения обучающиеся проходят знакомство с функционалом фрезерных станков, изучают систему управления SINUMERIK 840D sl., изучают основы программирования систем ЧПУ, вырабатывают практические навыки, а именно навыки по управлению технологическими процессами.

Часть II. Практические занятия проходят в цехе, непосредственно на рабочем месте у фрезерного станка модели EMCO Concept MILL-300. В программу входит учебно-тематический план, по которому определяют объем и тематика курса, а так же закономерная последовательность изучения тем.

В момент прохождения курса обучения учащиеся знакомятся с функционалом фрезерного станка, изучают изнутри систему управления SINUMERIK 840D sl на самом станке, отрабатывают трудовые приемы по разработке управляющих программ, приемы наладки станка.

Таблица 40 – Учебный план ЧАСТЬ-I

«Обслуживание и программирование технологических операций на станках с ЧПУ SINUMERIK 840D sl. при помощи обучающего комплекса SINUMERIK 840D EMCO»

№	Наименование тем	Виды Занятий		
		Теорити ческие	Практ ически е	Всег о часо в
Теоретическое обучение				
1	2	3	4	5
1	<b>Тема 1. Введение</b> Цели и задачи организации и проведения данного курса обучения. Назначение, устройство, технические возможности и практическое применение ЧПУ Sinumerik 840D sl. Терминология и основные понятия ЧПУ. Элементы языка программирования. Структура и содержание программы ЧПУ. Функции программирования: основные, вспомогательные. Программирование линейных и круговых перемещений.	2	–	2
2	<b>Тема 2. Общее ознакомление с панелью управления</b> Панель оператора. Функциональные клавиши. Стандартная клавиатура. Особенности панели управления Sinumerik. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управлением перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.	1	1	2
3	<b>Тема 3. Управление станком</b> Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Размеры и приращения. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим. Дисплей G функций. Дисплей осей . Дисплей шпинделя. Поддачи по осям. Дисплей программногo управления. Смещение нуля.	1	1	2

## Окончание таблицы 40

1	2	3	4	5
4	<b>Тема 4. Управление параметрами</b> Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента. Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. R параметры. Защищенные зоны. Смещение нуля.	2	4	6
5	<b>Тема 5. Управление программой</b> Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка/программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали/программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.	2	2	4
6	<b>Тема 6. Разработка управляющей программы</b> Основные и вспомогательные функции. Графический калькулятор построение контура детали. Программирование обработки при помощи циклов. Разработка управляющей программы для обработки простых деталей.	4	12	16
Практическое обучение				
7	<b>Тема 7. Практическое обучение.</b> Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.	–	4	4
	Всего часов	16	20	36

Таблица 41 – Учебный план ЧАСТЬ-II

«Обслуживание и программирование технологических операций на токарно-фрезерном станке модели EMKO Concept MILL-300»				
№	Наименование тем	Виды Занятий		
		Теоритические	Практические	Всего часов
Теоретическое обучение				
1	2	3	4	5
1	<b>Тема 1. Общее ознакомление с панелью управления станка</b> Особенности панели управления SINUMERIK 840D sl. на фрезерном станке модели EMKO Concept MILL-300. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управлением перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.		2	2
2	<b>Тема 2.Управление фрезерным станком</b> Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Размеры и приращения. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим. Дисплей G функций. Дисплей осей . Дисплей шпинделя. Поддачи по осям. Дисплей программного управления. Смещение нуля.		4	4
3	<b>Тема 3.Управление параметрами станка</b> Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента . Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. R параметры. Защищенные зоны. Смещение нуля.		6	6
4	<b>Тема 4.Управление программой</b> Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка/программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали/программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.		4	4

Окончание таблицы 41

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		108

1	2	3	4	5
5	<b>Тема 5. Разработка управляющей программы</b> Разработка управляющей программы для обработки простой детали по чертежу. Проверка программы в 2-d симуляции.		8	8
6	<b>Тема 6. Практическое обучение.</b> Внедрение управляющей программы в покадровом режиме. Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.		12	12
	Всего часов		36	36

В качестве разработки в методической части дипломного проекта выберем тему «Управление параметрами фрезерного станка» и составим для данной темы перспективно-тематический план [29].

## 5.5. Разработка перспективно-тематического плана по теме «Управление параметрами фрезерного станка»

Тема «Управление параметрами фрезерного станка» рассчитана на 6 часов теоретического обучения, и 12 часов практического обучения закрепления полученных знаний, ПТП представлен в таблице 42.

Таблица 42 – Перспективно-тематический план по теме «Управление параметрами фрезерного станка»

№	Кол. часов	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6	7
1	2	Списки для управления инструментами	<p><i>Обучающая:</i> обобщить и закрепить знания у обучающихся о списках инструментов. Дать представление о сортировке списков инструмента</p> <p><i>Развивающая:</i> развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации)	Презентация	Фронтальная
2	2	Типы инструмента и его геометрические параметры	<p><i>Обучающая:</i> обобщить и закрепить знания у обучающихся типах инструмента. Дать представление о инструменте, его строении и применении.</p> <p><i>Развивающая:</i> развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации)	Презентация	Фронтальная

## Окончание таблицы 42

№	Кол. часов	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6	7
3	2	Поиск инструмента	<p><i>Обучающая:</i> обобщить и закрепить знания у обучающихся методах поиска и сортировке инструмента.</p> <p><i>Развивающая:</i> развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации)	Презентация	Фронтальная
4	6	Создание нового инструмента	<p><i>Обучающая:</i> обобщить и закрепить знания у обучающихся по пройденным темам.</p> <p><i>Развивающая:</i> развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение).	Обучающий комплекс SINUMERIK 840D EMC O	Фронтальная
5	6	Измерение инструмента для корректного его создания	<p><i>Обучающая:</i> обобщить и закрепить знания у обучающихся по пройденным темам.</p> <p><i>Развивающая:</i> развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;</p> <p><i>Воспитывающая:</i> воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.</p>	Словесные (беседа, рассказ, объяснение).	Обучающий комплекс SINUMERIK 840D EMC O	Фронтальная



Разработав перспективно-тематический план, остановимся на теме занятия «Типы инструмента и его геометрические параметры», а так же составим план проведения учебного занятия по этой теме.

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 5.6. Разработка содержания плана проведения учебного занятия по теме «Типы инструмента и его геометрические параметры»

Тема занятия: «Типы инструмента и его геометрические параметры»

Цели:

Обучающая: обобщить и закрепить знания у обучающихся типах инструмента. Дать представление о инструменте, его строении и применении.

Развивающая: развивать у обучающихся логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;

Воспитывающая: воспитывать у обучающихся дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.

Тип учебного занятия: комбинированный

Метод обучения: рассказ, беседа, демонстрация слайдов.

Оснащение: компьютер, мультимедийный проектор, экран, эскиз инструмента .

Этапы учебного занятия приведены в таблице 43.

Таблица 43 – Этапы учебного занятия по теме «Основы контурного программирования»

№ этапа	Наименование этапа учебного занятия	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	Приветствие Проверка присутствующих	5	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке
2	Сообщение темы и цели учебного занятия	Сообщает тему, цели учебного занятия	5	Слушают, записывают тему занятия
3	Актуализация опорных знаний	Задаёт вопросы, повторение что такое инструмент, его параметры	15	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга
4	Объяснение нового учебного материала	Рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды	30	Слушают, конспектируют, изучают слайды

# Окончание таблицы 43

1	2	3	4	5
5	Закрепление нового материала	Помогает, конкретизирует некоторые моменты, отвечает на вопросы учащихся	30	Дают характеристику инструменту, определяют его размеры, задают вопросы
6	Домашнее задание	Выучить пройденный материал	5	Записывают

Актуализация опорных знаний.

Вопросы:

1. Назовите виды осевого режущего инструмента?
2. Назовите основные элементы конструкции осевого режущего инструмента ?
3. Какими осевыми режущими инструментами можно обрабатывать плоскости?
4. Фреза – что это такое?
5. Назовите основные геометрические параметры фрезы ?

*План изложения нового материала*

Конспект учебного занятия приведен в приложении Б.

Презентация к занятию приведена в Приложении В.

**ВЫВОДЫ:**

В методической части дипломного проекта был выполнен анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», был выполнен анализ учебного плана повышения квалификации рабочих в Международном Институте Технических Инноваций, а также был разработан урок теоретического обучения с применением электронной презентации. Занятие разрабатывалось специально для обучающихся, которые проходят курс повышения квалификации по рабочей профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

После изучения теоретических составляющих обучающиеся приступают к выполнению практических заданий. В ходе выполнения практических работы

получают навыки, которые необходимы для решения большого круга задач, и раскрывают технологические приемы разработки больших и сложных программ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Корпус распределителя» при условиях среднесерийного производства.

Усовершенствованный технологический процесс обеспечивает экономически выгодные показатели выпуска продукции более высокого качества, с применением на предприятии современного металлорежущего оборудования и режущего инструмента. К тому же замена универсального оборудования помогла поднять производительность труда и понизить себестоимость продукции. Для операции «Универсально-фрезерная с ЧПУ» был разработан технологический процесс и управляющая программа для обработки детали.

Требования к материалу детали, к точности и шероховатости поверхностей так же были учтены при разработке проекта

В методической части был выполнен анализ профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», был разработан рабочий учебный план и рассмотрены вопросы, которые тесно связаны с повышением квалификации персонала.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы все поставленные задачи были решены, цель проекта достигнута.

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						116
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алюминиевый сплав АЛ9 [Электронный ресурс] – <http://fx-commodities.ru/articles/alyuminievyj-splav-al9/>. Дата обращения 21.05.2019.
2. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения[Текст]: учеб. пособие для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М, ООО ИД «Альянс» 2007. – 256 с.
3. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-т, 2011. 90 с.
4. Зими́на Е. Ю. Выпускная квалификационная работа: подходы, содержание, оформление: учеб. пособие / Е. Ю. Зими́на, Г. Р. Муги́нова, Л. Н. Осадча́я; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2012. - 73 с.
5. Каталог металлорежущего инструмента «Korloy». 2016/2017 -1121с.
6. Каталог металлорежущего инструмента Hoffmann Group 2017/2018-988с.
7. Каталог фрезерного инструмента Horn 2008 - 352с.
8. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. унта, 2013. 137 с.
9. Козлова, Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Издво Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.
10. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

11. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ [Текст]: Учеб. пособие. / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина, Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2009. 96 с.
12. Мосталыгин, Г.П. Технология машиностроения [Текст]: / Г.П. Мосталыгин Г.П., Н.Н. Толмачевский. – М.: Машиностроение, 1990. – 287.
13. Общемашиностроительные нормативы времени станочных работ: Сер. Пр-во М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.
14. Отливки из металлов и сплавов ГОСТ 26645-85.
15. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия. ГОСТ 1583-93.
16. Производственный календарь на 2019 год [Электронный ресурс] <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennyye/2019/>. Дата обращения 29.05.2019.
17. Профессиональный стандарт профессиональный стандарт "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением" [Электронный ресурс] – <http://prom-nadzor.ru/prof-standart/prikaz-ministerstva-truda-i-socialnoy-zashchity-rf-ot-4-avgusta-2014-g-n-530n>. Дата обращения 20.05.2019.
18. Руководство оператора Siemens840D sl 2005 – 371 с.
19. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 1т- 656с.
20. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 2т- 496с.
21. Суриков В.П. К вопросу о расчете затрат на эксплуатацию прогрессивного режущего инструмента/В.П. Суриков [Текст]//Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: Материалы III международной научно-практической конференции (22 октября 2013 года).-

Отв. ред. Уварина Н.В.-Прага, Чешская Республика: Изд-во WORLD PRESS s r.o., 2013.-389 с.

22. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов. 2-е изд. 2016-352 с.

23. Техническое описание станка 6603 [Электронный ресурс] – <http://met-all.org/oborudovanie/stanki/6603-tehnicheskie-harakteristiki>. Дата обращения 14.05.2019.

24. Техническое описание станка DMG MORI DMU 50 [Электронный ресурс] - [https://media.dmgmori.com/media/epaper/DMU\\_50\\_2G\\_ru/index.html#2](https://media.dmgmori.com/media/epaper/DMU_50_2G_ru/index.html#2). Дата обращения 26.04.2019.

25. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 295 с.

26. Центр УДПО [Электронный ресурс] <http://iiti.ru> Дата обращения 02.06.2019.

27. Чучкалова Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) [Текст] : учеб. пособие /Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО "Рос. гос. проф.-пед. ун-т", 2006. - 66 с.

28. Шалунова, М.Г. Практикум по методике профессионального обучения [Текст] / М.Г. Шалунова, Н.Е. Эрганова: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1995.

29. Эрганова. Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

30. Юрченко И.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / И.В. Юрченко, А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. - М.: Инфра-М, 2017. - 224 с

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						119
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



## ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень графического материала

Название	Формат
Чертеж детали	1 лист А2
Чертеж заготовки	1 лист А2
Иллюстрации технологического процесса	1 лист А3 2 листа А1
Фрагмент управляющей программы	1 лист А1
Технико-экономические показатели проекта	1 лист А1

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Конспект учебного занятия по теме «Типы инструмента и его геометрические параметры»

(Слайд 1)

Осевой режущий инструмент - это лезвийный инструмент для обработки с вращательным главным движением резания и движением подачи вдоль оси главного движения резания.

(Слайд 2)

При создании нового инструмента предлагаются различные типы инструментов на выбор. Тип инструмента определяет, какие геометрические данные необходимы и как они рассчитываются.

(Слайд 3)

Фрезы концевые – это металлорежущий инструмент цилиндрической формы с острыми режущими гранями, расположенными с торца и на цилиндрической поверхности. Основную работу выполняют цилиндрические режущие кромки, торцовые зубья в основном используются для зачистки обработанной поверхности.

Дисковые фрезы применяются для обработки пазов, канавок и разрезки металлических и других элементов. Основное их назначение – это распил деревянных заготовок. В основном изготавливаются из быстрорежущей и легированной стали. Этот вид фрез имеет высокую эффективность, несмотря на то, что у них часто иссечены зубья.

(Слайд 4)

Сверло – это инструмент, который фиксируется в патроне станка, предназначенный для сверления отверстий в различных материалах. Сверла изготавливаются из качественных твердых сталей, что позволяет их использовать для работы с и другими металлами, бетоном или камнем.

(Слайд 5)

Метчики – это основной инструмент для нарезания внутренних резьб в глухих и сквозных отверстиях ручным или машинным способом. С точки зрения доступности метчик для нарезания резьбы относится к сравнительно простым инструментам, применение которых доступно и любителям, и профессионалам, позволяющим получить в условиях обычной мастерской стандартную резьбу, соответствующую требованиям ГОСТ.

(Слайд 6)

Зенковка – это металлорежущий инструмент с несколькими рабочими лезвиями, предназначенный для обработки предварительно просверленных отверстий цилиндрической или конической формы. С помощью зенковки, при выборе необходимого типа инструмента, можно получить различные по конфигурации углубления в отверстиях обрабатываемых деталей. Не следует путать зенковку с зенкерованием, рассверливанием отверстий на всю длину для повышения качества поверхности.

(Слайд 7)

Измерительный щуп выполняет функция индикаторной стойки, только более точен вследствие автоматизации и позволяет измерять расстояние между сложными поверхностями.

(Слайд 8)

В списке инструментов индицируются все параметры и функции, необходимые для отладки и создания инструментов.

Любой инструмент идентифицирован через идентификатор инструменты и номер однотипного инструмента.

А сейчас закрепим новый материал, садимся за рабочие столы. Сейчас будет роздан каждому средство измерения и инструмент. Будете определять какой это инструмент и его размеры.

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						122
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# ПРИЛОЖЕНИЕ В – Презентация к занятию по теме «Основы контурного программирования»

Слайд 1



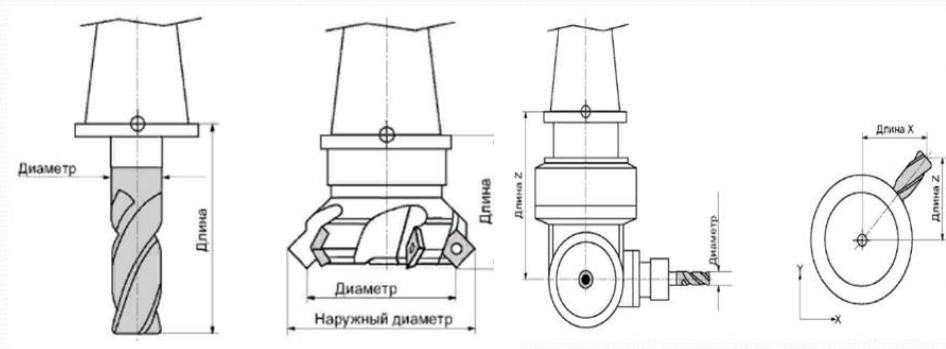
Слайд 2

## Типы инструментов

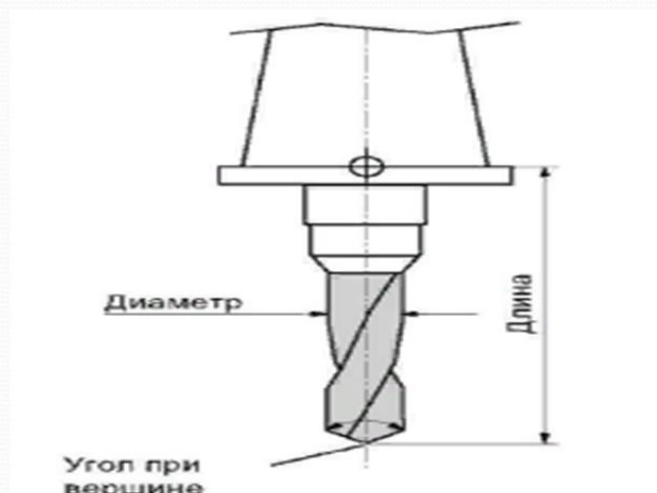
Новый инструмент - избранное		
Тип	Имя	Полож.инстр.
120	- Концевая фреза	
140	- Торцовая фреза	
200	- Спиральное сверло	
220	- Конич.зенковка	
240	- Метчик	
710	- 3D щуп для фрезер.	
711	- Контурный щуп	
110	- Цилиндр.сфер.головка	
111	- Конич.сферич.головка	
121	- Конц. фреза с закр.углов	
155	- Коническая фреза	
156	- Конич.фре.с закр.угл.	
157	- Коническая зенковка	
	- Мультиинстр.	

Новый инструмент - фреза		
Тип	Имя	Полож.инстр.
100	- Фрезер.инструмент	
110	- Цилиндр.сфер.головка	
111	- Конич.сферич.головка	
120	- Концевая фреза	
121	- Конц. фреза с закр.углов	
130	- Угловая фреза	
131	- Угл.фреза с закрут.угл	
140	- Торцовая фреза	
145	- Резьбовая фреза	
150	- Дисковая фреза	
151	- Пила	
155	- Коническая фреза	
156	- Конич.фре.с закр.угл.	
157	- Коническая зенковка	
160	- Сверл.резьб.фреза	

## Фрезы

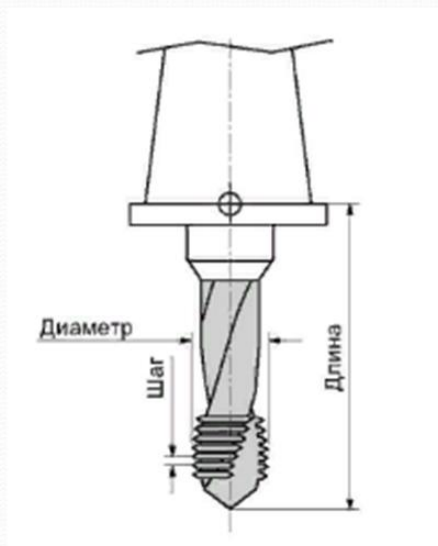


## Сверло

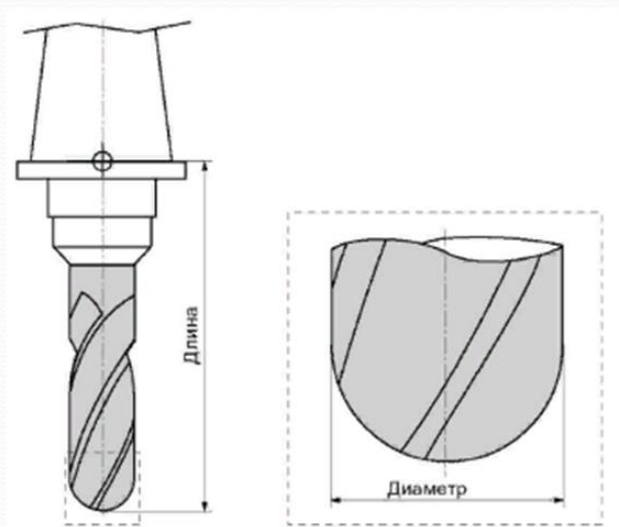


Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

## Метчик

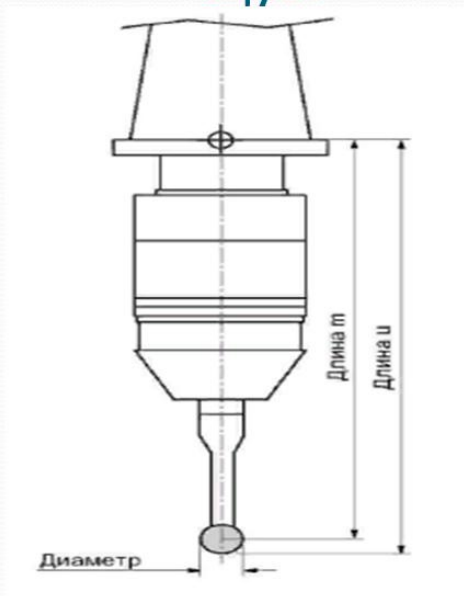





## Цилиндрическая зенковка





# Электронный измерительный щуп



Заголовок колонки	Значение
Место	Магазин/номер места
BS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Номера мест в магазине</li> </ul> <p>Сначала указывается номер магазина, а потом номер места в магазине.</p> <p>Если имеется только один магазин, то индицируется только номер места.</p>
  *если активировано в выборе магазина	<ul style="list-style-type: none"> <li>Пункт загрузки в загрузочном магазине</li> </ul> <p>Для других типов магазинов (к примеру, для цепного магазина) дополнительно могут быть показаны следующие символы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Место шпинделя как символ</li> <li>Места для захвата 1 и захвата 2 (действует только при использовании шпинделя с двойным захватом) как символ.</li> </ul>
Тип	Тип инструмента В зависимости от типа инструмента (представленного как символ) индицируются определенные данные коррекции инструмента.
	С помощью клавиши <SELECT> можно изменить тип инструмента.
Имя инструмента	Идентификация инструмента осуществляется через имя и номер однотипного инструмента. Имя может быть введено как текст или номер. <b>Указание:</b> Макс. длина имени инструмента составляет 31 символ ASCII. В случае азиатских шрифтов или шрифтов формата Unicode число символов уменьшается. Следующие специальные символы запрещены:   # ".
ST	Номер однотипного инструмента (для стратегии запасного инструмента)
D	Номер резца
Длина	Длина инструмента
Радиус	Геометрические данные Длина
	Радиус инструмента



Спасибо за внимание!



# ПРИЛОЖЕНИЕ Г – Управляющая программа

T1 D1; SWERLO D7	CYCLE82 (5,0,2,-60,5)
M6	G0 X0 Y150 Z150
G90 G0 G54 G17	T4 D1; SWEEP D22
G97 S1200 F0,1 M3	M6
Z5	G97 S145 M3
MCALL CYCLE83(5,0,2,-60,0,-10,0,10, 0,0,1,0,1,1,0,2,0)	X0 Y0 F0,2
OTV(13,13,13,-13, -13,-13,-13,13)	Z5
MCALL	CYCLE85 (5,0,2,-60,0,50,100)
G0 X0 Y150 Z150	G0 X0 Y150 Z150
T2 D1; SWERLO D4	T5 D1; SWEEP D22
M6	M6
G97 S1200 M3	G97 S217 M3
G0 X0 Y-16	Z5 F0,2
Z5 F0,1	CYCLE85 (5,0,2,-60,0,50,100)
CYCLE83(5,0,2,-42,0,-5,0,10, 0,0,1,0,1,1,0,2,0)	G0 X0 Y150 Z150
G0 X0 Y150 Z150	T6 D1; CUTTER D32
T3 D1; COUNTERSINK D21,7	M6
M6	G97 S290 M3
G97 S836 M3	C90
G0 X0 Y0	G0 X-5 Y-5
Z5 F0.2	Z5
	G1 X0 Y0 F170

Z-14	OTV1(0,27,0,-27)
X60	MCALL
X30	G0 X0 Y150 Z150
Y-38	T9 D1; SWERLO D5
Y38	M6
Z5	G90 G0 G54 G17
M9M5	G97 S1200 F0,1 M3 M8
G0 G500 D0 X0 Y150 Z150	X0 Y0
M00	Z5
T7 D1; SWERLO D9	CYCLE83(5,0,2,-27.4,0,-10,0,10, 0,0,1,0,1,1,0,2,0)
M6	G0 X0 Y150 Z150
G90 G0 G54 G17	T10 D1; SWERLO D12.5
G97 S1200 F0,1 M3 M8	M6
MCALL CYCLE83(5,0,2,-68.5,0,- 10,0,10, 0,0,1,0,1,1,0,2,0)	G90 G0 G54 G17
OTV1(0,27,0,-27)	G97 S1200 M3 M8
MCALL	X0 Y0
G0 X0 Y150 Z150	Z5
T8 D1; COUNTERSINK D22	G01 Z-22.4 F0,2
M6	Z5
G97 S800 M3	G0 Z50
G0 X0 Y0	G0 X-15 Y38
Z5 F0.2	Z38
MCALL CYCLE82 (5,0,2,-1.4,5)	G01 Z33.5

Z50	G0 X0 Y150 Z150
G0 X0 Y150 Z150	T14 D1; TAP D14
T11 D1; COUNTERSINK D14.5	M6
M6	G97 S295 M3 M8
G97 S800 M3 M8	Y0
X0 Y0	Z5
Z5 F0.2	G1 Z-19,4 F1.5
G1 Z-4,4	Z5
Z5	G0 X0 Y150 Z150
G0 X0 Y150 Z150	A90
T12 D1; COUNTERSINK D12.5	T15 D1
M6	M6
G97 S1000 M3 M8	G97 S1200 M3 M8
X0 Y0	X-15 Y38
Z5	Z38 F0,1
G1 Z-6.1 F0.2	MCALL CYCLE82 (5,0,2,-1.4,5)
Z5	G0 X0 Y150 Z150
G0 X0 Y150 Z150	T10 D1; SWERLO D12.5
T13 D1; COUNTERSINK D25	M6
M6	G90 G0 G54 G17
G97 S800 M3 M8	G97 S1200 M3 M8
X0 Y0 Z5	X-15 Y38
G1 Z-1.4 F0.2	Z38
Z5	G01 Z13,5 F0,2

Z38	G0 X0 Y150 Z150
G0 X0 Y150 Z150	T14 D1; TAP D14
T11 D1; COUNTERSINK D14.5	M6
M6	G97 S295 M3 M8
G97 S800 M3 M8	Y38
X-15 Y38	Z38
Z38 F0.2	G1 Z18,5 F1.5
G1 Z33,	Z38
Z38	G0 X0 Y150 Z150
G0 X0 Y150 Z150	C180
T12 D1; COUNTERSINK D12.5	T10 D1; SWERLO D12.5
M6	M6
G97 S1000 M3 M8	G90 G0 G54 G17
X-15 Y38	G97 S1200 M3 M8
Z38	X-15 Y38
G1 Z32 F0.2	Z38
Z38	G01 Z10 F0,2
G0 X0 Y150 Z150	Z38
T13 D1; COUNTERSINK D25	G0 X0 Y150 Z150
M6	T11 D1; COUNTERSINK D14.5
G97 S800 M3 M8	M6
X-15 Y38 Z38	G97 S800 M3 M8
G1 Z35 F0.2	X-15 Y38
Z38	Z38 F0.2

G1 Z33,

Z38

G0 X0 Y150 Z150

T12 D1; COUNTERSINK D12.5

M6

G97 S1000 M3 M8

X-15 Y38

Z38

G1 Z22,5 F0.2

Z38

G0 X0 Y150 Z150

T13 D1; COUNTERSINK D25

M6

G97 S800 M3 M8

X-15 Y38 Z38

G1 Z35 F0.2

Z38

G0 X0 Y150 Z150

T14 D1; TAP D14

M6

G97 S295 M3 M8

Y38

Z38

G1 Z18,5 F1.5

Z38

G0 X0 Y150 Z150

M9M5

G0 G500 D0 X0 Y150 Z150

M00

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации

					ДП 44.03.04.195.ПЗ	Лист
						133
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		